



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ricardo Manuel Pereira de Sousa

**Melhoria do processo de extrusão na
indústria dos pneus**



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ricardo Manuel Pereira de Sousa

Melhoria do processo de extrusão na indústria dos pneus

Tese de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efectuado sob a orientação do

Professor Doutor Rui Sousa

Agradecimentos

À Continental Mabor S.A., pela oportunidade concedida de realização do projeto curricular na empresa.

Ao Engenheiro Armando Estevão, diretor da Direção de Engenharia Industrial, pela oportunidade que me proporcionou e pela preocupação no acompanhamento de todo o projeto.

Ao meu orientador da Continental Mabor, José Salgueiro, por todo o apoio, conselhos, experiência partilhada e disponibilidade demonstrada durante toda a execução deste trabalho.

A todos os restantes membros da Direção de Engenharia Industrial na Continental Mabor, Fernando Simões, Filipe Carvalho, Manuel Santos, Paulo Figueiredo e Rui Pereira e aos meus colegas estagiários, Andreia, Carlos, Lúcia e Simão pela disponibilidade e troca de conhecimento.

A todos os docentes com os quais tive a oportunidade de contactar durante todos estes anos na Universidade do Minho.

Ao meu orientador da Universidade do Minho, Professor Doutor Rui Sousa, pelas instruções fornecidas durante a realização da presente dissertação.

À minha família por todo o apoio dado e por tornarem possível este momento.

E para finalizar a todos os meus colegas e amigos que ao longo do curso influenciaram de uma forma positiva a minha formação pessoal e académica.

Resumo

A indústria dos pneus está inserida num mercado cada vez mais competitivo e exigente, em que os custos e os prazos de entrega devem ser cada vez menores e a qualidade do produto cada vez maior, e, por esses motivos, é então necessária uma constante melhoria dos processos produtivos.

Para que este esforço de melhoria contínua seja bem-sucedido é necessário recorrer a abordagens adequadas que sejam apoiadas por ferramentas consolidadas. Inserida neste contexto, encontra-se o paradigma *Lean Manufacturing* e o conjunto de ferramentas que lhe está associado.

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito do projeto de final de curso, em ambiente industrial, do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho. Este projeto foi realizado na Continental Mabor S.A., situada em Vila Nova de Famalicão, mais especificamente na Direção de Engenharia Industrial.

O presente trabalho teve como principal objetivo a racionalização de um processo produtivo - a extrusão de pisos na indústria dos pneus – recorrendo ao paradigma *Lean Manufacturing* e às ferramentas que lhe estão associadas.

Inicialmente foi efetuada uma análise e diagnóstico ao processo de extrusão de pisos para posteriormente se poder atuar no mesmo. Foram recolhidos diversos dados com o propósito de se efetuar um estudo de tempos de preparação, perturbações e de ocupação no posto de trabalho. Com base nos mesmos dados, foi também efetuado um estudo relativamente aos métodos de trabalho utilizados pelos colaboradores.

Face aos problemas detetados, foram de seguida elaboradas diversas propostas de melhoria, recorrendo a algumas das ferramentas/técnicas associadas ao paradigma *Lean Manufacturing*, nomeadamente: SMED, 5S, Gestão Visual e Normalização do Método de Trabalho.

Através dos resultados obtidos com este trabalho, ou seja, a redução dos tempos de preparação, a melhoria na organização do posto de trabalho, o aumento da capacidade produtiva e até a redução do número de colaboradores, é possível afirmar que a aplicação de ferramentas associadas ao paradigma *Lean Manufacturing* permite melhorar o desempenho de unidades produtivas na indústria dos pneus.

Pode concluir-se que o projeto foi um sucesso. Uma vez que está de facto envolvido o princípio da melhoria contínua, no final são ainda apresentadas algumas sugestões para trabalho futuro, relativamente ao processo de extrusão de pisos.

Palavras - chave: Desperdícios, Ferramentas *Lean*, *Lean Manufacturing*, Melhoria Contínua, SMED,

Abstract

The tire industry belongs to an increasingly competitive and demanding market, in which the costs and delivery times should be diminished and the product quality increased, and for those reasons, a constant improvement of the production processes is therefore necessary.

In order for this continuous improvement effort to be successful, it is necessary to use approaches that are supported by appropriate tools. Within this context, there is the paradigm of Lean Manufacturing and the set of tools associated to it.

This thesis was developed as the final project of the course, in industry, of the Integrated Master in Industrial Engineering and Management from the University of Minho. This project was carried out at Continental Mabor SA, located in Vila Nova de Famalicão, more specifically at the Board Unit of Industrial Engineering.

The main objective of this work was to rationalize a production process - extrusion of treads in the tire industry - using the Lean Manufacturing paradigm and the tools associated with it.

Initially an analysis and diagnosis to the process of extrusion of treads, was carried out in order to be able to act on it. Data was collected for the purpose of studying the times of preparation, malfunctions and occupation in the workplace. Based on this data, it was also performed a study on the working methods used by employees.

Given the detected problems, several proposals were drawn up for improvement, using some of the tools/techniques associated with the paradigm of Lean Manufacturing, namely: SMED, 5S, Visual Management and Standardization of the Method of Work.

Looking at the results obtained from this work, namely the reduction of setup times, the improvement in the organization of the workplace, the increase of productive capacity and even the reduction of the number of employees, it is clear that the application of tools associated to the paradigm of Lean Manufacturing can improve the performance of production units in the tire industry.

It can be concluded that the project was a success. Since the principle of continuous improvement is involved, some suggestions are made regarding future work relating the process of the extrusion of treads.

Key - Words: Waste, Lean Tools, Lean Manufacturing, Continuous Improvement, SMED, 5S

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Índice	vi
Índice de Figuras	ix
Índice de Gráficos	xii
Índice de Tabelas	xiii
Lista de Siglas e Acrónimos.....	xiv
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia de Investigação	2
1.4 Estrutura do Relatório	3
2 Revisão Crítica da Literatura	5
2.1 Filosofia <i>Lean Manufacturing</i>	5
2.1.1 Desperdícios	7
2.1.2 Ferramentas Associadas ao <i>Lean Manufacturing</i>	9
2.1.2.1 5S	9
2.1.2.2 Gestão Visual	10
2.1.2.3 <i>Kaizen</i>	11
2.1.2.4 Normalização do Trabalho.....	12
2.1.2.5 SMED	12
2.1.2.6 <i>Value Stream Mapping</i>	14
2.1.2.1 <i>Waste Identification Diagram</i>	15
2.1.3 Benefícios do <i>Lean Manufacturing</i>	18

2.2	Análise Crítica	19
3	Apresentação da Empresa	21
3.1	Continental AG	21
3.2	Continental Mabor S.A.	22
3.3	Estrutura Organizacional da Continental Mabor S.A.	23
3.3.1	Direção de Engenharia Industrial	24
3.4	Política da Empresa	25
3.5	Visão e Missão	25
3.6	Produto Final	26
4	Descrição e Análise do Sistema Produtivo	28
4.1	Descrição Geral do Sistema Produtivo	28
4.1.1	Receção das Matérias-Primas	28
4.1.2	Departamento I – Misturação	29
4.1.3	Departamento II – Preparação	30
4.1.4	Departamento III – Construção	30
4.1.5	Departamento IV – Vulcanização	31
4.1.6	Departamento V – Inspeção Final	31
4.1.7	Expedição do Produto Acabado	32
4.2	Análise do Processo de Extrusão	33
4.2.1	Funcionamento da Extrusão de Pisos	34
4.2.2	Mapeamento do Estado Atual	39
4.2.2.1	<i>Setups</i>	39
4.2.2.2	Perturbações	43
4.2.2.3	Ocupação da Linha de Extrusão	48
4.2.2.4	<i>Manning Level</i>	50
4.2.2.5	VSM	52

4.2.2.6	WID	54
4.2.3	Síntese de Problemas	56
5	Propostas de Melhoria	58
5.1	Aplicação da Metodologia SMED	58
5.2	Aplicação da Metodologia 5S e da Gestão Visual	65
5.3	Normalização do Método de Trabalho	75
6	Análise de Resultados	81
7	Conclusões e Trabalho Futuro	86
7.1	Conclusões.....	86
7.2	Trabalho Futuro.....	87
	Referências Bibliográficas	88
	ANEXOS	I
	Anexo A – Política da Continental Mabor	II
	Anexo B – Componentes do Pneu	III
	Anexo C – <i>Layout</i> da Continental Mabor	IV
	Anexo D – Sistema Produtivo da Continental Mabor	V
	Anexo E – VSM da Continental Mabor	VI
	Anexo F – Distribuição das Causas de Perturbação por Turnos	VII
	Anexo G – Distribuição das Subcausas de Perturbação (Pisos)	VIII
	Anexo H – Distribuição das Subcausas de Perturbação (Tempo)	IX
	Anexo I – Actividades e Tempos do <i>Manning Level</i>	X

Índice de Figuras

Figura 1 – Modelo de <i>Action Research</i> (Susman, 1983)	3
Figura 2 - Estrutura Geral do TPS (Pinto, 2008).....	6
Figura 3 - Os Sete Tipos de Desperdícios.....	7
Figura 4 - 5S (adaptado de (Vanessa & Hiago, 2010))	10
Figura 5 - Símbolos Utilizados no VSM (Pinto, 2008)	15
Figura 6 - Bloco WID (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011).....	16
Figura 7 - Setas WID (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011).....	17
Figura 8 - Diagrama WID (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011)	17
Figura 9 - Locais de Presença da Continental AG (Continental AG, 2011).....	22
Figura 10 - Instalações Iniciais da Mabor e Actuais da Continental Mabor (Continental Mabor, 2011) .	23
Figura 11 - Organigrama da Continental Mabor (Continental, 2010)	24
Figura 12 – Visão e Missão da Continental Mabor (Continental, 2010)	25
Figura 13 - Estrutura do Pneu (Continental, 2010)	26
Figura 14 - Armazém de Matérias-Primas.....	29
Figura 15 - Misturação	29
Figura 16 - Preparação	30
Figura 17 - Construção	30
Figura 18 - Vulcanização.....	31
Figura 19 - Inspeção Final.....	31
Figura 20 - Armazém de Produto Acabado	32
Figura 21 - Linha de Extrusão Triplex (adaptado de (Continental, 2010)).....	33
Figura 22 - Passadeiras de alimentação e detetores de metais	34
Figura 23 - Tremonha da Extrusora	34
Figura 24 - Interior da Extrusora.....	35
Figura 25 - Cabeçote com Piso a ser Extrudido.....	36
Figura 26 - Identificação dos Pisos com Linhas Coloridas	36
Figura 27 - Tanques de Arrefecimento.....	36
Figura 28 - Unidade de Corte	37
Figura 29 - Sopradores de Ar	37
Figura 30 - Sistemas de Medição	38
Figura 31 - Cimentação	38

Figura 32 - Equipamento de Armazenamento Automático	39
Figura 33 – Etapas do Tempo de <i>Setup</i>	40
Figura 34 - Tipos de <i>Setups</i>	40
Figura 35 – Perturbações na Linha de Extrusão E04	43
Figura 36 - VSM da Linha de Extrusão E04	53
Figura 37 - WID da Linha de Extrusão E04	55
Figura 38 – Exemplo de <i>Setup</i> da Linha de Extrusão E04	56
Figura 39 – Pisos Fora do Especificado da Linha de Extrusão E04	57
Figura 40 - Desorganização da Linha de Extrusão E04	57
Figura 41 - Suporte Tintas (Situação Atual vs Proposta Melhoria)	60
Figura 42 - Movimentações (Método Atual vs Método Normalizado)	64
Figura 43 - Armário da rastreabilidade (1 e 2), armário das feiras e pré-feiras (1,3 e 4), PC SAP e mesa das capas das especificações (5)	66
Figura 44 - Mesa das feiras e pré-feiras seguintes (1), mesa de ferramentas (2), mangas de extrusão (3), equipamentos obsoletos (4 e 5), caixas de tintas (6) e mesa das tintas (7)	67
Figura 45 - Cortina da lâmina de corte (1), armário do PC FIFO e armário do <i>printer</i> (2), armário dos rolos (3) e bancada do controlo de qualidade (4)	68
Figura 46 - PC SAP	68
Figura 47 - Suporte das garrafas de tinta e balança	69
Figura 48 - Armário das capas, TPM, informações, FIFO das tintas e rastreabilidade (1) e armário das feiras e pré-feiras (2)	70
Figura 49 - Armário das feiras, pré-feiras seguintes e <i>tooling</i> (1), mesa de ferramentas (2 e 3) e mangas de extrusão (4)	72
Figura 50 - Cortina da lâmina de corte (1), armário do PC FIFO, <i>printer</i> e rolos (2), bancada de controlo de qualidade (3), e suporte para faca e pedra (4)	73
Figura 51 – Prateleiras para Mesas de Borracha	74
Figura 52 - Mesas de Desperdício	74
Figura 53 - Método de Limpeza	75
Figura 54 – Movimentações dos Colaboradores (Momento 1)	78
Figura 55 – Movimentações dos Colaboradores (Momento 2)	79
Figura 56 - Movimentações dos Colaboradores (Momento 3)	79
Figura 57 - Movimentações dos Colaboradores (Momento 4)	80

Figura 58 - Movimentações dos Colaboradores (Momento 5)	80
Figura 59 - Movimentações dos Colaboradores (Momento 6)	80
Figura 60 - Política da Continental Mabor (Continental, 2010)	II
Figura 61 – Componentes do Pneu (Continental, 2010)	III
Figura 62 - <i>Layout</i> da Continental Mabor (adaptado de (Continental, 2010))	IV
Figura 63 - Sistema Produtivo da Continental Mabor (Continental, 2010)	V
Figura 64 - VSM da Continental Mabor (Avalos & Möller, 2011)	VI

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Média das Causas de Perturbação (Pisos)	46
Gráfico 2 – Média das Causas de perturbação (Tempo).....	46
Gráfico 3 - Impacto das Causas de Perturbação (Pisos)	47
Gráfico 4 - Impacto das Causas de perturbação (Tempo).....	48
Gráfico 5 - Comparativo da Ocupação da Linha de Extrusão E04 em cada Turno	49
Gráfico 6 – Ocupação Média da Linha de Extrusão E04.....	50
Gráfico 7 - Vendas em 2010	52
Gráfico 8 - Distribuição das Causas de Perturbação por Turnos	VII
Gráfico 9 - Distribuição das Subcausas de Perturbação (Pisos)	VIII
Gráfico 10 - Distribuição das Subcausas de Perturbação (Tempo).....	IX

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Etapas da Aplicação do Método SMED (adaptado de (Shingo, 1985))	13
Tabela 2 - Comparativo de <i>Setups</i> (Linhas)	41
Tabela 3 - Comparação de <i>Setups</i> na Linha de Extrusão E04 por Turnos	42
Tabela 4 - Comparação das Causas de Perturbação (Pisos) em cada Turno	45
Tabela 5 - Comparação das Causas de Perturbação (Tempo) em cada Turno	45
Tabela 6 – Análise do <i>Manning Level</i>	51
Tabela 7 - Operações no <i>Setup</i>	59
Tabela 8 - Normalização dos Procedimentos no <i>Setup</i>	62
Tabela 9 - Tarefas dos Operadores	76
Tabela 10 - Tarefas dos Ajudantes	77
Tabela 11 - Método de Trabalho com 3 Colaboradores	78
Tabela 12 – Resultados com Aplicação de SMED	82
Tabela 13 - Comparação da Capacidade de Armazenamento dos Armários de Fieiras e Pré-Fieiras....	84
Tabela 14 – Actividades e Tempos do <i>Manning Level</i>	X

Lista de Siglas e Acrónimos

C/O – *Changeover time*

CT – *Cycle Time*

FIFO – *First-In-First-Out*

JIT – *Just-in-Time*

IPOC – *In Process change of Compound*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

TT – *Takt Time*

VSM – *Value Stream Mapping*

WID – *Waste Identification Diagram*

WIP – *Work In Process*

1 Introdução

Neste capítulo apresenta-se o enquadramento do presente trabalho, referindo a empresa onde foi realizado este projeto e fazendo uma pequena introdução ao tema do trabalho.

Posteriormente são apresentados os objetivos da dissertação, bem como a metodologia utilizada para atingir esses mesmos objetivos. Por último, é apresentada a forma como está estruturada a presente dissertação.

1.1 Enquadramento

No âmbito do último ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, a cada aluno compete a missão de realizar uma dissertação. Esta, tanto pode ser realizada em ambiente industrial como na universidade. A presente dissertação foi realizada em ambiente industrial, mais concretamente, na empresa Continental Mabor S.A.

A Continental Mabor S.A. localiza-se em Vila Nova de Famalicão e é especializada na produção de pneus, tanto para equipamento de origem (marcas automóveis) como para o mercado de substituição.

Atualmente, existe uma elevada dependência do ser humano face aos transportes, nomeadamente em relação ao automóvel, o que torna o pneu num produto muito consumido a nível mundial.

Para a fabricação do pneu, tal como para outros tipos de produtos, é necessária a passagem por diversos processos produtivos, desde a receção das matérias-primas até à expedição do produto acabado.

A indústria dos pneus está inserida num mercado cada vez mais competitivo e exigente, em que os custos e os prazos de entrega devem ser cada vez menores e a qualidade do produto cada vez maior, e, por esses motivos, é então necessária uma constante melhoria dos processos produtivos.

Para que este esforço de melhoria contínua seja bem-sucedido, é necessário recorrer a abordagens adequadas que sejam apoiadas em ferramentas consolidadas. Como hipótese de abordagem a utilizar neste trabalho considera-se a filosofia *Lean Manufacturing* e o conjunto de ferramentas que lhe está associado.

Segundo Pinto (2006) esta filosofia tem como objetivo a melhoria contínua dos processos produtivos e procedimentos de um sistema de produção, através da redução, ou eliminação (se possível), de desperdícios.

Do conjunto de ferramentas que está associado a esta filosofia, no contexto deste projeto, enquadram-se os 5S, Gestão Visual, *Kaizen*, Trabalho Normalizado, *Single Minute Exchange of Die* (SMED), *Value Stream Mapping* (VSM) e *Waste Identification Diagram* (WID).

1.2 Objetivos

O principal objetivo desta dissertação é a racionalização do processo de extrusão de pisos na Continental Mabor S.A., recorrendo à filosofia *Lean Manufacturing* e a algumas das ferramentas que lhe estão associadas. A seleção deste processo foi efetuada pela empresa, que já o tinha identificado como sendo um dos processos que necessitava de intervenção. Mais especificamente pretende-se com este projeto cumprir os seguintes objetivos parciais:

- Análise e diagnóstico da extrusão de pisos;
- Estudo dos tempos de preparação e métodos inerentes à extrusão de pisos;
- Apresentação de propostas que visem a melhoria do processo, recorrendo a diversas ferramentas de *Lean Manufacturing*;
- Implementação de propostas sugeridas;
- Análise dos resultados provenientes das propostas sugeridas e implementadas.

1.3 Metodologia de Investigação

Para concluir com sucesso o projeto proposto, o autor terá que interagir constantemente com um grupo de pessoas que inclui os orientadores, os supervisores da área em estudo e os próprios operadores do processo de extrusão.

Assim sendo, considerou-se que a metodologia de investigação mais adequada a este projeto seria a metodologia *Action Research*.

Segundo O'Brien (1998), a metodologia *Action Research*, vai de encontro ao lema "Aprender Fazendo", em que um grupo de pessoas identifica um problema, planeia ações para o resolver, mede os resultados alcançados e por fim, se estes últimos não forem satisfatórios, tenta um novo plano de ações.

Na mesma linha de O'Brien (1998), para Susman (1983) a metodologia *Action Research* pode ser vista como um processo cíclico, este dividido em cinco fases, como ilustrado na Figura 1.

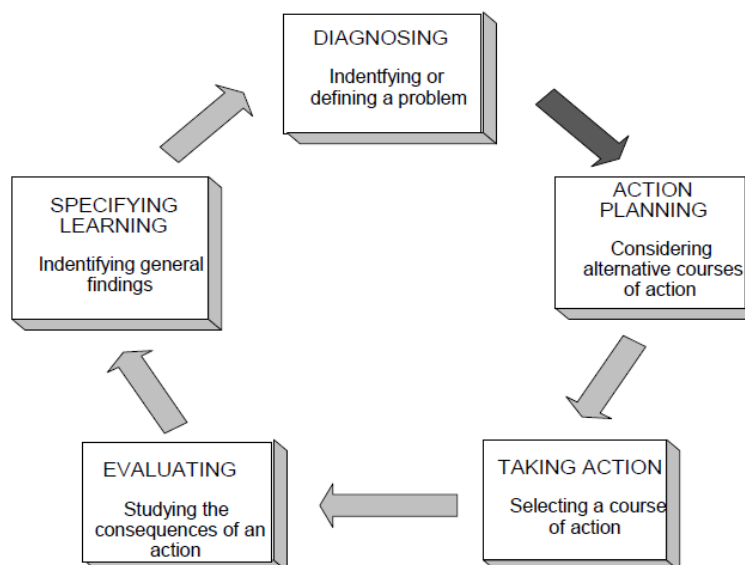


Figura 1 – Modelo de *Action Research* (Susman, 1983)

No decorrer desta metodologia os investigadores não observam apenas o fenómeno do processo, mas intervêm e participam no assunto em estudo.

Inicialmente é identificado o problema e são recolhidos os dados para análise. Depois de realizado o diagnóstico, identificam-se possíveis soluções para resolver o problema e implementam-se as mesmas. Finalmente os novos dados são recolhidos, analisados e interpretados.

Com a realização deste projeto, surge então a seguinte pergunta de investigação:

Será que a aplicação de ferramentas associadas à filosofia *Lean Manufacturing* permite melhorar o desempenho de unidades produtivas na indústria dos pneus?

1.4 Estrutura do Relatório

A presente dissertação encontra-se organizada em sete capítulos, sendo que no presente é feito um pequeno enquadramento ao trabalho e descrevem-se os seus objetivos. É ainda referida a metodologia de investigação utilizada neste projeto.

No segundo capítulo é feita a revisão crítica da literatura, focando-se esta na filosofia *Lean Manufacturing*.

No capítulo três é descrita a empresa na qual decorreu este projeto, efetuando-se uma breve análise à história da empresa, à sua política e por fim ao seu produto final (o pneu).

No quarto capítulo é efetuada uma descrição sucinta do sistema produtivo da Continental Mabor S.A. e uma análise mais profunda ao processo inerente a este projeto, ou seja, a extrusão de pisos.

As propostas de melhoria desenvolvidas pelo autor são apresentadas no capítulo cinco.

O sexto capítulo dedica-se à análise de resultados provenientes dessas propostas de melhoria.

No sétimo capítulo são descritas as conclusões do trabalho, bem como algumas sugestões para trabalho futuro.

2 Revisão Crítica da Literatura

O presente capítulo tem como objetivo efetuar uma revisão crítica da literatura, para a presente dissertação, centrando-se esta na filosofia *Lean Manufacturing*.

Pretende-se então, descrever a filosofia *Lean*, indicando a sua origem e o seu propósito e apresentando os desperdícios que esta filosofia deseja eliminar. Pretende-se ainda descrever as ferramentas utilizadas neste projeto e enumerar alguns benefícios para as empresas através da utilização desta filosofia.

Por fim é exposta uma análise crítica, sobre a revisão da literatura efetuada para o presente trabalho.

2.1 Filosofia *Lean Manufacturing*

A expressão *Lean Manufacturing*, não é mais do que a designação ocidental do chamado *Toyota Production System* (TPS). Este surge no Japão, mais precisamente na fábrica de automóveis *Toyota*, após a Segunda Guerra Mundial, tendo como pioneiros Eiji Toyoda e Taichi Ohno (Womack, Jones, & Roos, 1990).

Este tipo de indústria, ao longo dos tempos, sofreu grandes mudanças, no que diz respeito aos seus paradigmas de produção, sendo inicialmente praticada a produção artesanal, onde o produto era fabricado desde o seu início até à sua conclusão pela mesma pessoa. Assim para este tipo de produção, era necessária a inclusão de trabalhadores altamente qualificados. Quanto às ferramentas utilizadas, estas eram simples mas flexíveis, o que permitia moldar o produto com as características desejadas pelo cliente (Womack, Jones, & Roos, 1990).

Como resultado destas características a produção artesanal facultava uma grande variedade de produtos, mas em reduzidas quantidades. Por conseguinte, os produtos tinham custos de produção bastante elevados, o que levou à necessidade de criação de um novo paradigma de produção.

Face a esta necessidade, Henry Ford desenvolveu no início do século XX um novo paradigma, tendo como objetivo, combater as lacunas visíveis da produção artesanal.

Este novo paradigma, a que Ford viria a intitular de produção em massa, permitiu uma enorme redução nos custos, mas apresentava como desvantagem a diminuição da variedade dos produtos. Assim sendo, na produção em massa, como o próprio nome indica, verificava-se a produção de uma elevada quantidade de produtos mas de reduzida variedade.

Neste tipo de produção, os trabalhadores eram alocados a um posto de trabalho e apenas desempenhavam essa função, o que levava a que todos os produtos passassem por diversos trabalhadores.

Assim, este paradigma vinha contrariar a até então produção artesanal, em que um trabalhador fabricava o produto desde o seu início até ao seu fim.

Com a crescente utilização da produção em massa, as pequenas oficinas com trabalhadores altamente qualificados, começaram a ser substituídas por grandes linhas de produção, compostas por pessoas com baixo nível de especialização.

Com a necessidade de se aumentar a variedade dos produtos, tornou-se então fundamental desenvolver um novo paradigma de produção, que permitisse conciliar as vantagens da produção artesanal, com as vantagens da produção em massa, o que possibilitava que se eliminassem as desvantagens de ambas, ou seja, os elevados custos da primeira e a reduzida flexibilidade da segunda.

Então, face às crescentes exigências impostas pelo mercado, a fábrica de automóveis *Toyota* teve necessidade de desenvolver uma nova filosofia de produção, em que utilizando poucos recursos fosse possível oferecer uma elevada variedade de produtos com grande qualidade e preços competitivos. Esta filosofia foi designada de *Toyota Production System* (Ohno, 1988). O TPS tem como objetivo, a melhoria contínua dos processos produtivos e a eliminação dos desperdícios, otimizando o uso de recursos (Pinto, 2008). De acordo com (Ohno, 1988) a base de sustentação do TPS é constituída por dois pilares: a *Autonomation*, também designada de *Jidoka* e a filosofia *Just-in-Time* (JIT), como evidenciado pela Figura 2.

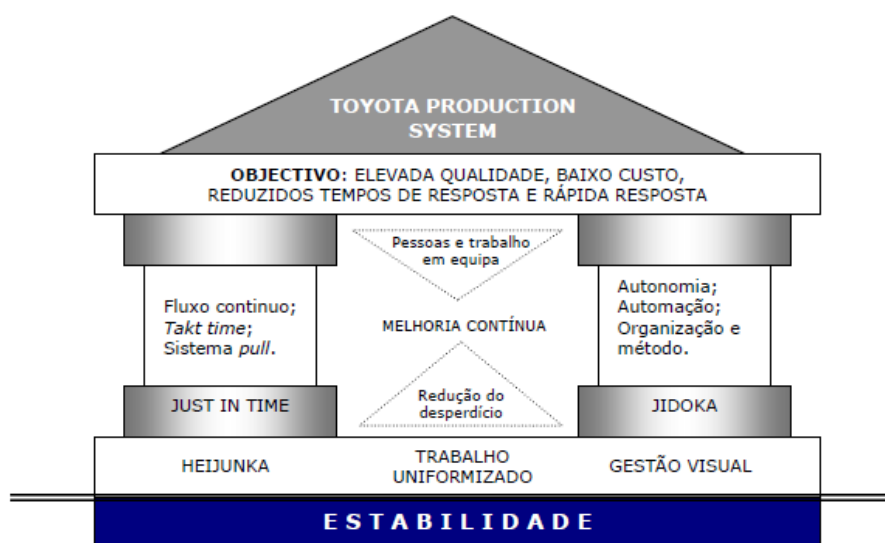


Figura 2 - Estrutura Geral do TPS (Pinto, 2008)

A *Autonomation* corresponde à capacidade que os equipamentos produtivos devem ter para pararem a produção quando alguma anomalia ocorre, evitando assim a produção de produtos com defeito. A filosofia JIT consiste na produção do que é necessário, no momento em que é necessário e nas quantidades necessárias, para assim alcançar a absoluta eliminação de desperdícios (Ohno, 1988).

2.1.1 Desperdícios

De acordo com a filosofia *Lean Manufacturing*, desperdício é qualquer atividade que não acrescente valor do ponto de vista do cliente (Melton, 2005). A designação de valor corresponde às características dos produtos ou serviços que satisfazem as necessidades e expectativas dos clientes (Pinto, 2008).

Dentro das atividades que não acrescentam valor, existem as necessárias (embora sejam desperdício, são indispensáveis à concepção do produto e devem ser minimizadas, como por exemplo: processamento de salários e inspeção da qualidade) e o puro desperdício, sendo que este último deve ser totalmente eliminado.

Durante o desenvolvimento do TPS, Taiichi Ohno identificou sete tipos de desperdícios, ou *muda* como apelidou na sua língua nativa, sendo eles apresentados na Figura 3.

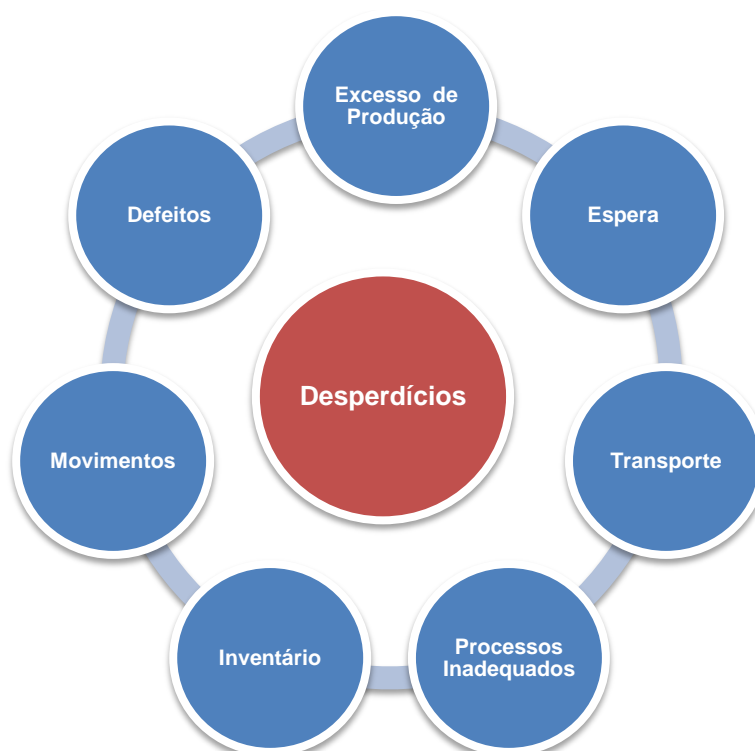


Figura 3 - Os Sete Tipos de Desperdícios

Excesso de Produção: Significa produzir mais quantidade que a necessária ou produzir antes do momento em que os artigos são necessários. Este é considerado o maior desperdício das empresas, pois apresenta como consequências, o consumo desnecessário de matérias-primas, ocupação dos meios de produção e excesso de inventário;

Espera: Corresponde a períodos de paragem de pessoas e/ou equipamentos por falta de materiais, ferramentas e/ou informação;

Transporte: Deslocações excessivas de materiais e informação, resultando em gastos desnecessários de capital, tempo e energia;

Processos inadequados: Equivale a uma utilização incorreta dos meios de produção, efetuando assim, esforços que não acrescentam qualquer valor ao produto;

Inventário: Qualquer material ou produto em quantidade superior ao necessário pelos processos produtivos ou clientes, que resulta em custos excessivos, baixo desempenho e mau serviço prestado ao cliente;

Movimentos: Movimentações desnecessárias de pessoas que correspondem a um mau fluxo de trabalho, a uma desorganização do posto de trabalho e a uma carência de métodos de trabalho;

Defeitos: São o resultado de problemas de qualidade, ou seja, significam que o produto não se encontra dentro das especificações.

Além destes sete desperdícios enunciados por Taiichi Ohno, existem autores que defendem um oitavo desperdício, não sendo este no entanto comum, aos respetivos autores. Para melhor esclarecimento sobre o oitavo desperdício, este assunto será analisado no final do presente capítulo.

Visto que o desperdício é qualquer atividade que não acrescenta valor para o cliente, torna-se então fundamental para qualquer tipo de indústria conseguir eliminá-lo.

Por este motivo Womack & Jones (1996) sugerem que, para a eliminação dos diversos desperdícios nas organizações, sejam respeitados cinco princípios, sendo eles:

1. Especificar o que acrescenta e o que não acrescenta valor para o cliente: Não é a empresa que define o que o cria ou não valor ao produto, mas sim o cliente. No ponto de vista do cliente, a necessidade gera o valor e compete às empresas determinarem essa necessidade e satisfazer os clientes;
2. Identificar os fluxos de valor e eliminar as atividades que não criam valor: Os fluxos de valor correspondem à sequência das atividades que acrescentam valor ao produto, para o cliente e com isto pretende-se a redução ou eliminação das atividades que não criam valor, ou seja, desperdícios;
3. Criar um fluxo contínuo das atividades que criam valor: Organizar os fluxos, de forma a se criar um fluxo contínuo para se poderem fabricar produtos ou serviços ao ritmo a que são pedidos pelo cliente;
4. Deixar o cliente “puxar” a produção: Este princípio tem como objetivo produzir o necessário, quando necessário e em quantidades necessárias, visto que é o cliente que “puxa” a produção;
5. Melhorar continuamente: Traduz o compromisso de, continuamente, procurar os meios ideais para acrescentar valor ao produto e eliminar os desperdícios.

2.1.2 Ferramentas Associadas ao *Lean Manufacturing*

Para a implementação da filosofia *Lean Manufacturing* numa organização, é necessária a aplicação de diversas ferramentas associadas à mesma. Destas ferramentas, no contexto deste projeto, enquadram-se os 5S, Gestão Visual, *Kaizen*, *Single Minute Exchange of Die* (SMED), Normalização do Trabalho, *Value Stream Mapping* (VSM) e *Waste Identification Diagram* (WID).

2.1.2.1 5S

Este método foi concebido por Kaoru Ishikawa em 1950, no Japão após a segunda guerra mundial, tendo sido possivelmente inspirado pela necessidade, de colocar em ordem a confusão em que o país se encontrava na altura. Esta ferramenta ganhou este nome devido às iniciais das cinco palavras japonesas, que resumem as cinco etapas deste método, sendo estas descritas de seguida.

- **Seiri (organização)** – esta etapa consiste em manter no local de trabalho apenas aquilo que é necessário para as respetivas atividades produtivas;
- **Seiton (arrumação)** – serve para arrumar e ordenar tudo o que ficou no posto de trabalho por se considerar imprescindível;
- **Seizo (limpeza)** – tem como objetivo deixar o local de trabalho limpo, assim como os meios de produção associados a este posto de trabalho;
- **Seiketsu (uniformização)** – consiste em estabelecer normas e instruções para manter a ordem e a limpeza, tornando assim o local de trabalho adequado às atividades aí desenvolvidas;
- **Shitsuke (disciplina)** – nesta última etapa pretende-se manter e respeitar as normas através do treino, empenho e disciplina.

Para uma melhor perceção desta ferramenta, na Figura 4 estão ilustradas as cinco etapas anteriormente descritas.



Figura 4 - 5S (adaptado de (Vanessa & Hiago, 2010))

Segundo Silva (2008a) a implementação desta ferramenta acarreta consigo diversos benefícios, para uma organização, sendo eles:

- Sentimento de posse do local de trabalho por parte do operador;
- Contribui para que todos se sintam melhor nos seus postos de trabalho, elevando assim a moral dos operadores;
- Facilita e melhora a manutenção;
- Melhora a produtividade;
- Aumenta a segurança e as condições de higiene e saúde;
- Permite mais espaço nos locais de trabalho;
- Permite que a empresa esteja sempre pronta a visitas de clientes e outros visitantes, ajudando assim a promover o negócio.

Segundo Carvalho (2010) esta ferramenta é mais que uma simples arrumação e limpeza do local de trabalho, sendo esta direcionada para aspetos de análise e melhoria dos processos. A metodologia 5S tem como objetivo eliminar e corrigir o que de menos positivo se encontra no local de trabalho e, dada a sua enorme abrangência, pode ser usada em qualquer tipo de empresa e em qualquer área de trabalho (Carvalho, 2010).

2.1.2.2 Gestão Visual

A gestão visual consiste em fornecer toda a informação relevante dos processos produtivos, afixada esta nos locais onde é necessária (Silva, 2008a).

Para que esta ferramenta seja inteiramente aproveitada, a informação concedida deve estar claramente visível para todos os colaboradores, para que assim, seja possível uma rápida identificação e resposta face a um problema (Ortiz, 2006).

De acordo com (Pinto, 2008) a gestão visual tem como finalidade:

- Mostrar como o trabalho deve ser executado;
- Mostrar como os materiais e ferramentas devem ser usados e armazenados;
- Mostrar os níveis de controlo de inventário;
- Mostrar o estado dos processos;
- Indicar quando as pessoas necessitam de ajuda;
- Identificar áreas perigosas;
- Apoiar as operações à prova de erro.

A grande vantagem desta ferramenta reside no facto da implementação de sistemas simples e intuitivos, ajudar as pessoas a gerir e a controlar melhor o processo produtivo, evitando assim erros e desperdício de tempo e concedendo-lhes maior autonomia (Pinto, 2008).

Esta autonomia é importante pois incute maior sentido de responsabilidade nas pessoas, o que leva a que estas, tomem decisões mais rápidas e eficientes, verificando-se também um aumento de qualidade e produtividade no seu trabalho.

2.1.2.3 Kaizen

A metodologia *kaizen* foi introduzida no mundo ocidental por Massaki Imai, com o seu livro “*Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success*” (Imai, 1986).

O nome desta metodologia advém da junção de duas palavras Japonesas (*kai* e *zen*), sendo que *kai* significa “mudança” e *zen* significa “para melhor”, originando então a designação de “melhoria contínua” para esta filosofia. Segundo Imai (1986) *kaizen* representa uma filosofia de melhoria contínua envolvendo todos os colaboradores de uma organização, ou seja, desde operários a gestores.

De acordo com Melton (2005) *kaizen* representa uma atividade com o objetivo de criar mais valor e remover os desperdícios. Este autor defende ainda que o *kaizen* deve iniciar-se com uma recolha de dados, seguido de uma análise dos mesmos, posteriormente a criação do projeto e finalmente a implementação.

As melhorias criadas através desta filosofia são geralmente pequenas e subtis, no entanto, os seus resultados ao longo do tempo podem ser grandes e duradouros (Ortiz, 2006). Segundo o mesmo autor o sucesso do *kaizen* advém das pessoas e das suas ações e não de novos equipamentos adquiridos pelas organizações.

O *kaizen* é muitas vezes confundido com os “Acontecimentos *Kaizen*”, sendo que estes são situações distintas. Os “Acontecimentos *Kaizen*” são eventos participados por grupos específicos para um único assunto e acontecem uma única vez no tempo para um objetivo em particular. Pelo contrário, a metodologia *kaizen* tem a intenção de ser embutida na indústria como uma abordagem permanente e contínua (Silva, 2008a).

2.1.2.4 Normalização do Trabalho

De acordo com Silva (2008a) a normalização do trabalho corresponde à documentação e posterior cumprimento das diversas tarefas ao longo da cadeia produtiva.

Segundo Pinto (2008) a normalização do trabalho é um dos aspetos mais importantes na filosofia TPS, sendo que o propósito desta ferramenta reside no facto de todos os operadores trabalharem do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, executando as mesmas operações e utilizando as mesmas ferramentas.

A normalização do trabalho não é rígida, ou seja, não é um conjunto de regras inalteráveis, mas sim um conjunto flexível face às atuais condições no posto de trabalho e no mercado (The Productivity Press Development Team, 2002)

Ao uniformizar o trabalho, ou seja, os processos, materiais e equipamentos, a organização estará a contribuir para a redução dos desvios e a garantir a consistência das operações, produtos e serviços. Esta consistência é atualmente uma das características mais apreciada ao nível da qualidade (Pinto, 2008).

Segundo Pinto (2008) esta ferramenta comporta diversos benefícios para uma organização, dos quais se destacam o aumento da previsibilidade dos processos, a redução de desvios e menores custos.

2.1.2.5 SMED

Atualmente as empresas, devido às tendências do mercado, necessitam de oferecer aos seus clientes uma grande variedade de produtos. Para que esta variedade ocorra, é necessário que as máquinas sofram uma preparação (*setup*) para mudarem de tipo de produto. Se a variedade de produtos for grande então é preciso mudar muitas vezes e como esta mudança nos equipamentos é uma operação que não acrescenta qualquer tipo de valor ao produto, é necessário reduzir este tempo o máximo possível, para que o tempo disponível de produção aumente, elevando assim também a capacidade destes meios de produção.

Para combater estes elevados tempos de preparação, Shigeo Shingo desenvolveu, em 1960 no Japão, o método *Single Minute Exchange of Die* (SMED). A expressão “*Single Minute*” indica que se procuram atingir

valores de tempos de preparação com apenas um dígito, isto é, até 9 minutos, embora naturalmente, por vezes isso não seja possível.

Segundo Shingo (1985) as operações de preparação dividem-se em duas: internas e externas. As operações internas são aquelas que só podem realizadas quando a máquina se encontra parada. Contrariamente a estas, as operações externas podem e devem ser feitas quando a máquina se encontra em funcionamento.

Assim, a intervenção deste método, assume particular importância ao nível das operações internas, visto que são estas que determinam o tempo em que o sistema não pode produzir.

De acordo com Shingo (1985), o SMED é uma abordagem científica para a redução do tempo de *setup*, que pode ser aplicada em qualquer unidade industrial e em qualquer máquina. Para este autor, o SMED deve ser aplicado faseadamente, em três etapas, sendo elas demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Etapas da Aplicação do Método SMED (adaptado de (Shingo, 1985))

Etapa	Descrição	Técnicas/instrumentos aplicáveis
1	Identificação e separação das operações internas e externas	<ul style="list-style-type: none"> • Listas de verificação; • Verificação das condições de funcionamento; • Melhoria nos transportes.
2	Transformação das operações internas em operações externas	<ul style="list-style-type: none"> • Preparação antecipada das operações; • Padronização de funções; • Utilização de guias intermediárias.
3	Melhoria sistemática das operações internas e externas	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria no armazenamento e transporte de materiais e ferramentas; • Implementação de operações em paralelo; • Uso de fixadores funcionais; • Eliminação de afinações finais; • Automação.

Na primeira etapa devem ser identificadas e posteriormente separadas as operações internas e as operações externas.

Quanto à segunda etapa, consiste em transformar sempre que possível, as operações internas em externas. Esta transformação tem como vantagem a redução do período de preparação interno, ou seja, o período em que a máquina está parada.

Por fim, na terceira e última fase, procura-se melhorar todas as operações, sejam elas internas ou externas, tratando-se assim de um refinamento apurado das operações alvo das etapas anteriores.

As etapas 1 e 2 apresentam-se separadas, no entanto, na prática estas são analisadas em conjunto por manifestarem uma grande homogeneidade, e devido à sua importância, muitas empresas nem chegam a aplicar o estágio 3 (Shingo, 1985).

Segundo Silva (2008) a implementação deste método comporta diversas vantagens, para uma organização, sendo elas:

- Simplificação da documentação dos procedimentos;
- Aumento da flexibilidade e da rapidez de resposta às variações da procura;
- Redução do tamanho dos lotes;
- Aumento da disponibilidade e da capacidade de produção;
- Redução do inventário.

2.1.2.6 Value Stream Mapping

O *Value Stream Mapping*, mais conhecido como VSM é uma ferramenta *Lean*, que consiste na representação esquemática de todos os fluxos (de informação e de materiais) ao longo de toda a cadeia de abastecimento, isto é, desde a entrada de matérias-primas no processo produtivo até à saída do produto do respetivo processo, ou seja, até ser entregue ao cliente (Rother & Shook, 1999).

Segundo Pinto (2008), o VSM é um bom ponto de partida para se iniciar a aplicação de *Lean Manufacturing* numa organização, pois esta metodologia comporta consigo diversos benefícios, nomeadamente:

- Permite uma visão de toda a cadeia de valor não se concentrando em partes específicas;
- Ajuda a identificar os desperdícios, bem como as suas origens ao longo de toda a cadeia;
- Fornece uma linguagem comum, simples e intuitiva;
- Favorece uma abordagem global aos conceitos e ferramentas *Lean*;
- Fornece uma base para um plano de implementação;
- Demonstra a ligação entre os vários fluxos na organização.

Segundo Sá (2010) esta ferramenta tem como objetivo melhorar o processo produtivo, através da identificação de desperdícios e posteriormente da criação de ações para se proceder a esta eliminação.

Visto que o VSM tem como foco também, ser utilizado universalmente, este método fornece uma linguagem comum e simples que recorre à utilização de símbolos. Na Figura 5 são apresentados alguns dos símbolos utilizados neste método.

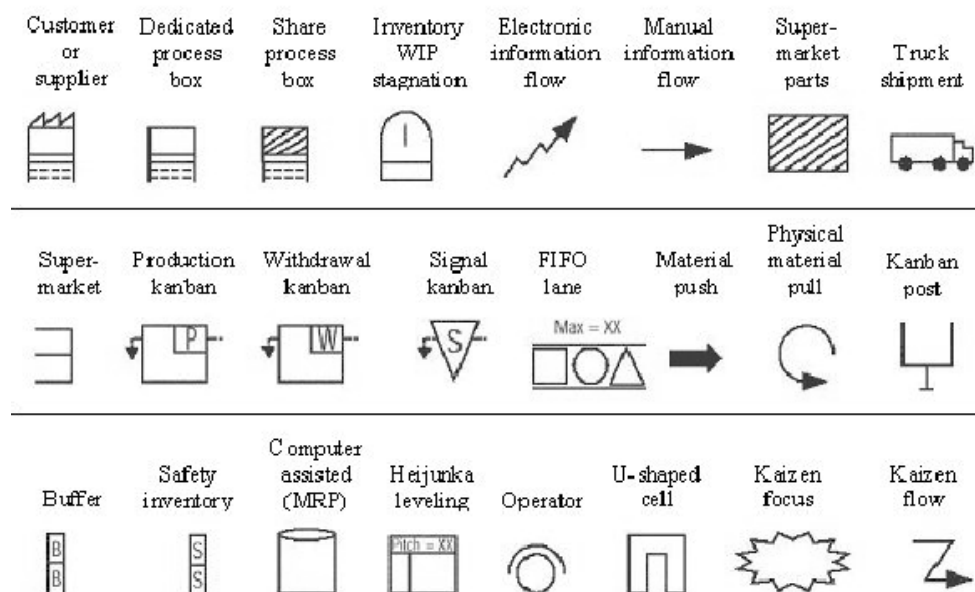


Figura 5 - Símbolos Utilizados no VSM (Pinto, 2008)

Segundo Barreiro (2010) para a implementação deste método são necessários quatro passos:

1. **Selecionar o produto ou família de produtos:** O primeiro passo é selecionar um produto ou uma família de produtos;
2. **Desenhar o VSM do estado atual:** Analisar todo o processo produtivo e desenhar as atividades tal como estão a ser executadas atualmente. Após completar o VSM, este deve ser analisado, os desperdícios identificados e os processos onde podem ser efetuadas melhorias devem ser assinalados;
3. **Desenhar o VSM do estado futuro.** Criar novamente um VSM, para se perceber como ficará o processo produtivo após se eliminarem os desperdícios identificados;
4. **Transformar o VSM do estado atual no VSM do estado futuro.** A última fase consiste em desenvolver um plano de melhorias com vista a eliminar os desperdícios, identificados na etapa 2.

2.1.2.1 Waste Identification Diagram

Segundo Sá (2010) o WID é uma nova ferramenta de representação, com o intuito de ajudar os gestores de uma organização a identificar os diversos tipos de desperdícios e posteriormente a desenvolver melhorias no seu fluxo produtivo.

Esta ferramenta acarreta consigo diversas vantagens, sendo que entre elas se destacam a sua fácil interpretação, devido à sua notação gráfica, o permitir um diagnóstico visual acerca das localizações mais

relevantes dos desperdícios e o facto de poder ser utilizada como uma ferramenta de melhoria contínua (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011).

Ainda segundo estes autores, o WID ao contrário do VSM, permite a representação de várias famílias de produtos em simultâneo e não de uma família apenas, sendo a sua única limitação o tamanho do diagrama.

O WID, como referido anteriormente, utiliza uma notação gráfica, sendo esta baseada em dois tipos de ícones: blocos e setas. Os blocos representam os diversos postos de trabalho e as setas representam o transporte das peças entre os vários postos (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011).

Quanto aos blocos, a dimensão física destes depende de quatro variáveis: o *Takt Time* (TT), o *Cycle Time* (CT), o *Work In Process* (WIP) e o *Changeover time* (C/O).

Na Figura 6 é possível identificar a relação destas quatro variáveis nos respetivos blocos.

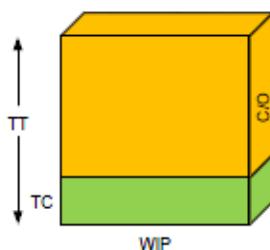


Figura 6 - Bloco WID (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011)

Através da Figura 6, é possível verificar que a largura do bloco está relacionada com o WIP nesse processo. As unidades de medida utilizadas para o WIP podem ser de quantidade de peças, peso, comprimento, volume ou valor monetário. A altura do bloco corresponde ao TT e a altura da parte verde ao CT. A diferença entre estes dois tempos, representado a laranja, representa a capacidade não utilizada no processo. As unidades usadas para o TT e CT são unidades de tempo (segundos, minutos, horas) por peça. Por último a profundidade representa o C/O, sendo este medido em unidades de tempo. Quando um processo tem elevados tempos de *setup*, é normal que tenha um alto nível de WIP. Desta forma, será de esperar que blocos espessos (grandes valores de C/O) sejam também largos (elevado WIP) (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011).

Além dos desperdícios apresentados nos blocos, que são o inventário e o excesso de produção, o WID permite a representação de um terceiro desperdício: o transporte. Este desperdício pode ser evidenciado nas setas. Estas representam o esforço necessário para mover as peças de um posto de trabalho para outro. Por razões práticas (problemas de escala) o comprimento destas setas é constante, varia apenas a largura das mesmas. Verifica-se então, que setas mais largas representam um esforço maior para transportar as peças

que setas mais estreitas. Como unidades de medida, podem ser usadas peças*m/dia, kg*m/dia, €/mês, entre outros (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011).

Na Figura 7 são ilustradas as setas pertencentes ao WID.

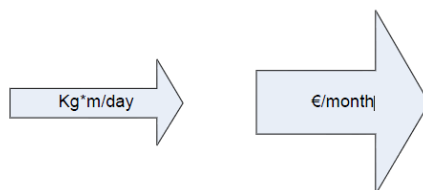


Figura 7 - Setas WID (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011)

Visto que a largura das setas no diagrama é proporcional ao esforço de transporte das peças, então as setas mais espessas identificam pontos com mais espaço para melhoria. Para se poder diminuir este esforço, pode implementar-se, por exemplo, uma mudança de *layout*, de modo a encurtar a distância entre o processo fornecedor e o cliente (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011).

Para uma melhor perceção desta ferramenta, na Figura 8 é apresentado um diagrama WID representativo de um processo produtivo real.

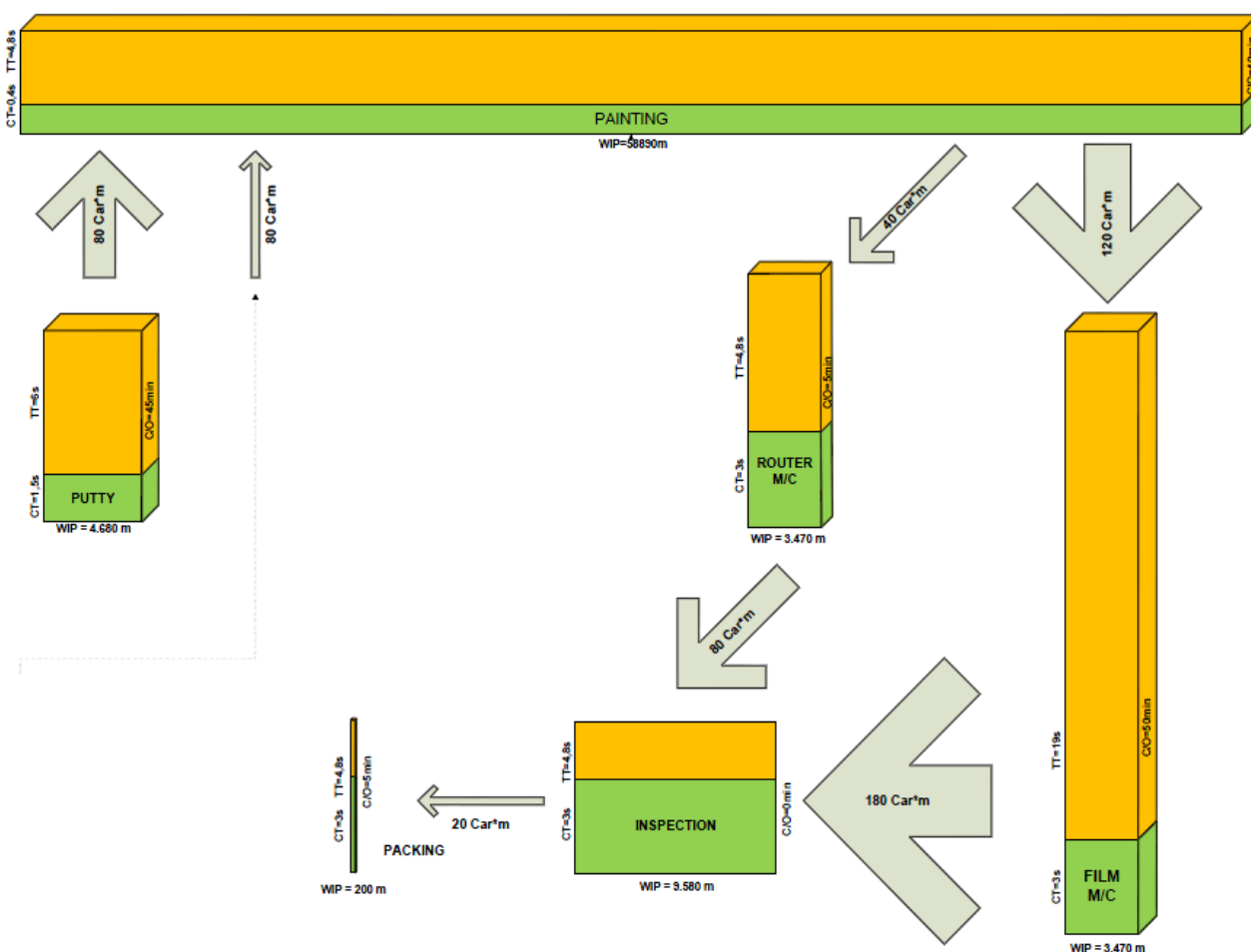


Figura 8 - Diagrama WID (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011)

Sabendo que a largura dos blocos está relacionada com o WIP, ou seja, com o desperdício, através da Figura 8, é possível afirmar que o processo de pintura é nitidamente o ponto mais crítico, em termos de inventário. Assim, pode-se afirmar que existe uma grande quantidade de desperdício associada à pintura.

Quanto ao transporte, também é evidente a partir de uma simples visualização que o ponto mais crítico é o transporte do processo *filme* M/C para a inspeção. Este transporte acarreta um esforço diário de 180 automóveis*m.

É de destacar que o processo de embalagem contém quantidades muito reduzidas de WIP, o que possibilitaria a replicação de algumas das suas práticas para outros processos.

Por último, outra informação a destacar é a capacidade não utilizada nos processos (área a laranja), o que representa que a maioria dos processos é claramente subutilizada.

Em suma, esta ferramenta é capaz de descrever unidades de produção com preciosa informação visual, permitindo assim aos gestores a deteção dos desperdícios (excesso de produção, inventário e transporte). O tamanho das áreas ou volumes dos ícones são proporcionais aos desperdícios produzidos, sendo então fácil de identificar quais os postos de trabalho críticos face a este aspeto. Relativamente aos indicadores, estes podem ser facilmente percebidos com uma simples observação do diagrama (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011).

2.1.3 Benefícios do *Lean Manufacturing*

A filosofia *Lean Manufacturing* como já tem vindo a ser evidenciado neste capítulo, através da descrição de algumas das suas ferramentas, comporta consigo diversos benefícios para uma organização.

Segundo Melton (2005) a filosofia *Lean* permite redução dos desperdícios, redução do tempo de entrega ao cliente, redução do retrabalho, redução de custos, melhor conhecimento do processo produtivo e redução do inventário.

A estas vantagens enunciadas anteriormente, Pinto (2008) acrescenta mais alguns benefícios do *Lean*, sendo eles: crescimento do negócio, aumento da produtividade, aumento do nível de serviço da organização, aumento da qualidade, aumento da motivação das pessoas, redução de acidentes de trabalho e melhor aproveitamento do espaço produtivo.

2.2 Análise Crítica

Relativamente aos desperdícios considerados pela filosofia *Lean Manufacturing*, existem algumas divergências por parte de alguns autores. Existem autores que defendem sete tipos de desperdícios, sendo eles: excesso de produção, espera, transporte, processos inadequados, inventário, movimentos e defeitos, como é o caso de Taiichi Ohno (1988). Por outro lado, existem outros que defendem oito tipos de desperdícios e não sete, sendo que este oitavo desperdício não é comum a todos eles. Segundo Ortiz (2006) o oitavo desperdício corresponde ao potencial humano não utilizado. Isto acontece quando os operadores são vistos unicamente como uma força de trabalho e não como verdadeiros especialistas do respetivo processo produtivo. Este autor defende que, ao não usar o potencial dos operadores ou colocá-los em posições onde eles se sentem desconfortáveis, pode originar mais desperdício. Já para Womack & Jones (1996), o oitavo desperdício verifica-se quando um produto não vai de encontro às necessidades dos clientes. Esta situação, por exemplo, ocorre quando numa empresa, para além de ter que fabricar o produto, o ter também de projetar. Isto associado a uma escassa interação e *feedback* por parte do cliente, na fase do projecto, originará então este desperdício.

Relativamente aos 5S Silva (2008) e Carvalho (2010), são concordantes a que a utilização destas ferramentas é extremamente benéfica para uma organização.

Quanto ao *kaizen* também é consensual entre Imai (1986), Melton (2005), Ortiz (2006) e Silva (2008a), que esta é uma ferramenta poderosa e que o sucesso deste método advém das pessoas e das suas ações e não da aquisição de novos equipamentos.

Relativamente à metodologia SMED, existem algumas discordâncias quanto à literatura deste tema. Por exemplo, Shingo (1985) refere que esta metodologia pode ser aplicada em qualquer fábrica ou equipamento, no entanto outros autores, como são o caso de Sugai, McIntosh, & Novaski (2007) defendem que a implantação do SMED pode não ser possível por razões técnicas, económicas ou organizacionais. Ainda segundo Sugai, McIntosh, & Novaski (2007), esta metodologia apresenta alguns pontos que deveriam ser abordados com mais rigor, sendo eles descritos de seguida: (i) o enorme destaque para a transformação de operações internas em externas, cria neste método uma subvalorização da importância de melhorias no próprio equipamento; (ii) SMED é uma metodologia que reduz o tempo de *setup* com soluções simples, existindo no entanto, situações em que estas soluções já não são aplicáveis, sendo necessárias melhorias ao nível do próprio equipamento; (iii) para a conservação dos tempos de preparação, consequentes da intervenção desta metodologia, ao longo do tempo, é preciso controlo e rigor por parte de especialistas. A criação de um método de trabalho e o cumprimento de auditorias pode ser uma solução para esta situação; (iv) por último, não é considerado no SMED, o período de desaceleração do equipamento, que antecede o

setup, nem o período de aceleração, pós-*setup*, tratando-se estes momentos de situações vulgares em diversos equipamentos.

Em relação ao VSM, as opiniões acerca desta ferramenta também não são consensuais entre todos os autores, existindo para alguns diversas limitações associadas ao VSM. Para Sá (2010) uma das limitações, reside no facto do VSM não permitir fazer um único diagrama para artigos que tenham itinerários de produção diferentes, pois estes possuem gamas operatórias diferentes e o VSM não reconhece esta situação. De acordo com Khaswala & Irani (2001), esta metodologia não evidencia atrasos no transporte de materiais, esperas e mudanças no tamanho dos lotes, devido ao *layout* da organização, que não é contemplado no VSM e as suas implicações quanto ao manuseamento dos materiais. O facto de o VSM não ter um indicador económico associado, não permite mostrar de modo claro, qual o objetivo desta ferramenta aos gestores de uma organização, quais as perdas financeiras existentes em relação aos atuais desperdícios e ainda quais são os ganhos que a empresa irá obter com a adoção das medidas sugeridas (Sá, 2010). Ainda segundo Sá (2010), o VSM não contempla a capacidade produtiva, registando apenas a taxa de ocupação de uma máquina ou área de trabalho, relativamente a um artigo ou uma família de artigos e apresenta-se como uma ferramenta pouco dinâmica, não permitindo descrever fluxos produtivos complexos, pelo que nestes sistemas terá que ser apresentada outra ferramenta para a identificação dos respetivos desperdícios.

Finalmente, em relação aos benefícios para as organizações através da introdução da filosofia *Lean Manufacturing*, as opiniões são na totalidade consensuais, pelo que para Melton (2005) e Pinto (2008), a implementação desta filosofia acarreta consigo diversas vantagens para uma empresa, pelo que ferramentas associadas ao *Lean*, devem ser aplicadas sempre que possível.

3 Apresentação da Empresa

Neste capítulo é feita uma breve descrição do grupo Continental AG. e da empresa na qual foi realizada esta dissertação de mestrado, ou seja, a Continental Mabor S.A.

No que diz respeito à Continental Mabor S.A., será apresentada a estrutura organizacional, política, visão e missão, assim como o seu produto final: o pneu.

3.1 Continental AG

A Continental AG foi fundada em Hannover, Alemanha, em Outubro de 1871. Na sua origem fabricava artefactos de borracha flexível e pneus maciços para carruagens e bicicletas. Em 1898, iniciou a produção de pneus lisos (sem desenho no piso) para automóveis. A partir de então, acompanha a evolução operada na indústria automóvel com o estudo e aplicação de técnicas, produtos e equipamento para a melhoria de pneumáticos. O seu prestígio ultrapassa as fronteiras da Alemanha e os pneus Continental passaram a equipar os carros vencedores de diversas competições automóveis.

Em 2007, a Continental adquire a Siemens VDO Automotive AG e avança para os cinco maiores fornecedores mundiais da indústria automóvel e ao mesmo tempo desenvolvendo a sua posição na Europa, América do Norte e Ásia.

O grupo Continental é também especialista na produção de sistemas de travagem, controlos dinâmicos para viaturas, tecnologias de transmissão de potência, sistemas eletrónicos e sensores. A Continental tem cerca de 150.000 colaboradores, divididos em seis áreas: Chassis e Segurança, “Powertrain”, Interior, Pneus para Viaturas de Passageiros e Comerciais Ligeiras, Pneus Pesados e ContiTech.

Para que o grupo Continental, se possa destacar a nível mundial, é necessário que este se espalhe por várias regiões, sendo ilustrados na Figura 9 os vários locais em que a Continental está presente.

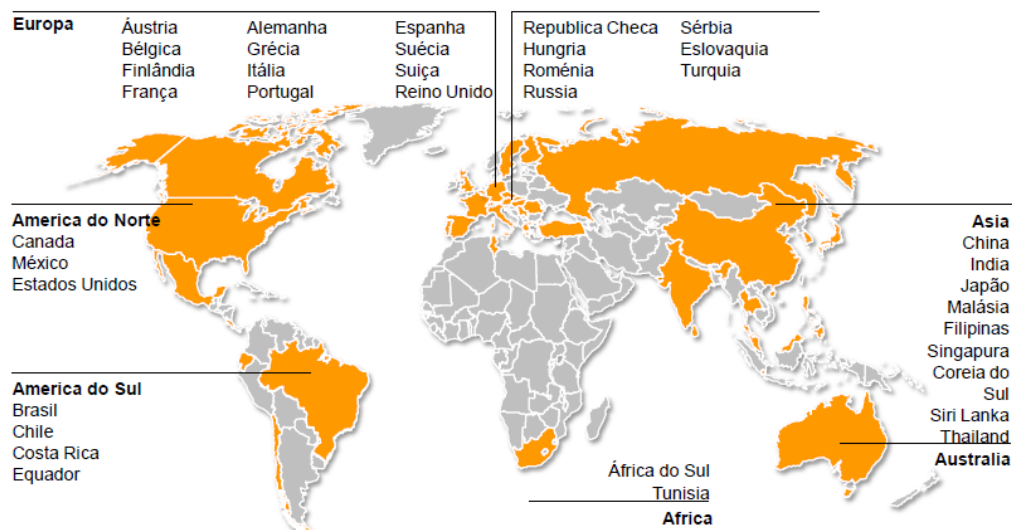


Figura 9 - Locais de Presença da Continental AG (Continental AG, 2011)

Atualmente, como se pode evidenciar na Figura 9, o grupo está presente nos 5 continentes, em 37 países e implementado em 194 locais diferentes (Continental AG, 2011).

3.2 Continental Mabor S.A.

A Continental Mabor S.A. nasceu em Dezembro de 1989, como empresa ligada à indústria de pneus. O seu nome provém da união de duas empresas de renome na manufatura da borracha, a Mabor, a nível nacional, e a Continental AG, de dimensão mundial. A Mabor – Manufatura Nacional de Borracha, S.A., foi a primeira fábrica de pneumáticos de Portugal, tendo iniciado a sua produção em 1946. Em Julho de 1990, iniciou-se o grande programa de reestruturação que transformou as antigas instalações da Mabor na mais moderna das, então, 21 unidades da Continental AG.

Partindo de uma produção média diária de 5.000 pneus/dia em 1990, foram atingidos os 21.000 pneus/dia em 1996, ou seja, a produção quadruplicou. Atualmente a Continental Mabor tem uma capacidade de produção média de aproximadamente 48.000 pneus/dia, apresentando-se assim, como uma das fábricas do grupo Continental com melhores índices de produtividade. Produzindo, inicialmente, apenas pneus da marca Mabor, a gama da empresa é, atualmente, muito variada quer em medidas, quer em tipos, quer em marcas.

A Continental Mabor inclui no seu variado portfólio, por exemplo, pneus destinados a *Sport Utility Vehicles* ou para veículos de tração total e iniciou recentemente a produção de pneus de jante 20 polegadas.

Mais de 98% da produção destina-se à exportação. O designado “mercado de substituição” absorve mais de metade da produção anual da Continental Mabor. A parte restante é distribuída pelas linhas de montagem, dos mais prestigiados construtores da indústria automóvel.

A Continental Mabor tem uma superfície total de 236.492 m² e uma superfície coberta de cerca de 107.848 m². Contando com aproximadamente 1.500 colaboradores, a empresa atualmente funciona com 5 turnos – 3 turnos à semana e 2 ao fim-de-semana (Continental Mabor, 2011). Na Figura 10 são apresentadas as instalações iniciais da Mabor e as atuais da Continental Mabor.



Figura 10 - Instalações Iniciais da Mabor e Actuais da Continental Mabor (Continental Mabor, 2011)

Como é possível verificar pela Figura 10, esta empresa sofreu ao longo do tempo, enormes transformações relativamente às suas instalações, o que aliadas a outros fatores permitiu o aumento da sua capacidade produtiva

3.3 Estrutura Organizacional da Continental Mabor S.A.

A Continental Mabor privilegia de uma estrutura com o menor número de interfaces (de modo a que exista uma comunicação célere e eficiente), e mais plana possível. Na Figura 11 é possível observar as diferentes direções existentes na empresa.

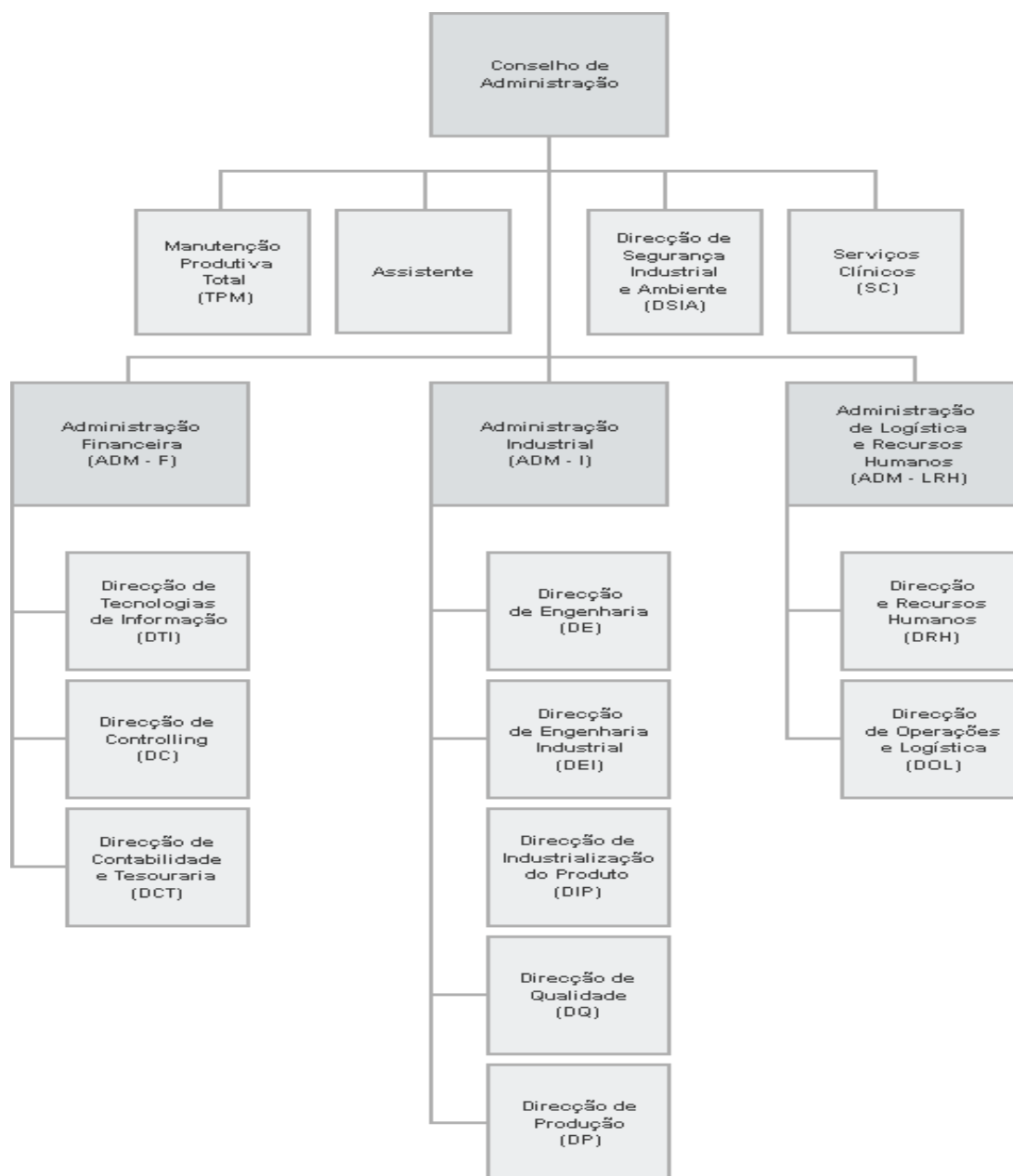


Figura 11 - Organograma da Continental Mabor (Continental, 2010)

O autor da presente dissertação, efetuou o seu estágio curricular na Direção de Engenharia Industrial.

3.3.1 Direção de Engenharia Industrial

De acordo com Continental (2010), atualmente esta direção é constituída por sete colaboradores a tempo inteiro e tem como principais responsabilidades:

- Estudar e calcular os tempos-padrão e elaborar os métodos de trabalho;
- Definir o “*layout*” fabril em conjunto com as outras Direções;
- Calcular capacidades dos equipamentos e indicadores fabris;

- Propor sistemas de prêmios e fazer o seu cálculo;
- Propor as necessidades de Recursos Humanos da produção, por forma a melhorar, continuamente, a eficiência e produtividade;
- Efetuar estudos sobre os processos produtivos e participar em projetos de melhoria com outras áreas.

3.4 Política da Empresa

A política da Continental Mabor assenta nos Princípios de Base do Grupo, cujo foco principal é a "Criação de Riqueza". Esta é obtida através de programas de melhoria contínua e de uma gestão orientada para um crescimento rentável e sustentado, em que todos são encorajados a participar, no cumprimento da legislação em vigor (Continental, 2010).

No Anexo A é apresentada a política da empresa.

3.5 Visão e Missão

A Visão da Empresa deve servir de inspiração para os membros da organização tirarem o máximo partido das suas capacidades e alcançarem níveis mais elevados de excelência profissional (Continental, 2010). A Missão consiste numa declaração escrita que traduz os ideais e orientações globais da empresa e que visa difundir o espírito da empresa por todos os seus membros e congregar esforços para a prossecução dos objetivos gerais (Continental, 2010).

Na Figura 12 são apresentadas respetivamente, a visão e a missão da Continental Mabor.



Figura 12 – Visão e Missão da Continental Mabor (Continental, 2010)

Através da Figura 12 é possível verificar que a Continental Mabor apresenta como visão, ser uma referência a nível mundial no fabrico de pneus. Aliado a esta visão, esta empresa, conta com a missão de responder rapidamente às necessidades dos seus clientes e de prestar um serviço cada vez mais eficiente e inovador.

3.6 Produto Final

Neste subcapítulo, pretende-se fazer uma breve descrição das diferentes partes que constituem o produto final desta empresa. Tal como é possível observar na Figura 13, existem diversos componentes que, no seu todo, constituem um pneu.

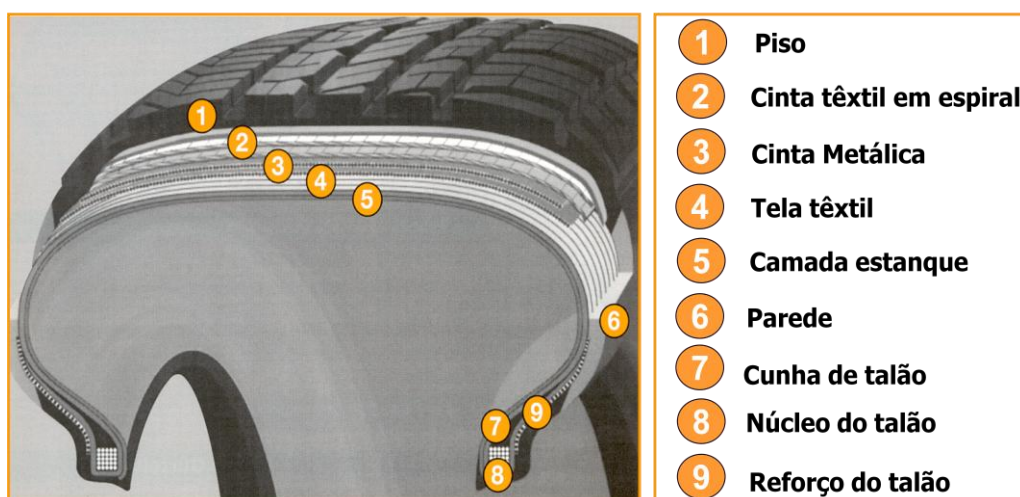


Figura 13 - Estrutura do Pneu (Continental, 2010)

Através da Figura 13 verifica-se que um pneu é constituído por 9 componentes. O primeiro corresponde ao piso, um perfil grosso extrudido, sendo este, a parte do pneu que entra em contacto com o solo.

Como segundo componente, tem-se a cinta têxtil, que corresponde a uma camada de borracha com fios impregnados, com o objetivo de impedir a expansão, provenientes das altas velocidades, a que os pneus são sujeitos

Relativamente à cinta metálica, fios metálicos são impregnados numa camada de borracha, proporcionando ao pneu estabilidade necessária para manter a pressão interna requerida e suportar a carga e impactos laterais.

A tela têxtil é o resultado final da impregnação de uma camada têxtil, em duas camadas de borracha. Esta é responsável pelo reforço estrutural do pneu.

A camada estanque consiste numa camada extrudida à base de borracha, que apresenta baixa permeabilidade ao ar, funcionando como câmara-de-ar nos pneus.

Quanto a parede de um pneu, esta corresponde a um perfil extrudido responsável pela resistência à abrasão da parte lateral do pneu. Este componente fornece ainda uma área de borracha grossa que permite a gravação e identificação do pneu.

A cunha de talão é um material de borracha, que fornece estabilidade direccional, precisão na condução e melhora o conforto.

Já o núcleo do talão é constituído por fios de aço cobertos com borracha, que asseguram que o pneu assente com firmeza na jante do veículo.

Finalmente, o reforço do talão é um composto de borracha que proporciona estabilidade direccional, precisão na condução e melhora o conforto desta.

Para uma melhor compreensão destes componentes, no Anexo B estes são novamente apresentados, bem como é mostrado também sobre cada um deles, os materiais que os constituem e as funções que desempenham no pneu.

4 Descrição e Análise do Sistema Produtivo

Inicialmente, neste capítulo é feita uma descrição geral do sistema produtivo da empresa. Nesta, é apresentado o *layout* do sistema produtivo da Continental Mabor e descrito cada um dos departamentos que o constitui.

Posteriormente, incidindo na área em estudo, a extrusão, será efetuada uma análise deste processo. Inicialmente é apresentado o funcionamento de uma linha de extrusão de pisos. De seguida, é examinado o estado atual deste processo, incidindo, nos *setups*, perturbações, ocupação da linha e por fim ocupação humana.

Como complemento a estes dados, serão também ilustrados um VSM e um WID respeitante a esta linha de extrusão.

Para finalizar este capítulo, será apresentada uma síntese dos vários problemas que afeta este processo. Nestes, enquadram-se a incorreta execução dos *setups*, a grande quantidade de perturbações, a desorganização no posto de trabalho e o excesso de colaboradores no processo.

4.1 Descrição Geral do Sistema Produtivo

Como qualquer sistema produtivo de um produto de alta tecnologia, o dos pneus é um sistema complexo e com um elevado número de detalhes que têm que ser tidos em consideração. Assim sendo, com esta secção, não se pretende descrever exaustivamente o sistema produtivo, mas sim dar uma ideia geral das principais fases do processo.

O processo de fabrico da Continental Mabor está dividido em cinco fases essenciais, asseguradas por cinco departamentos, que constituem as grandes etapas para a realização do pneu. A estes cinco departamentos são acrescentados dois armazéns, o armazém de matérias-primas e o de produto acabado.

Com o intuito, de fornecer ao leitor uma melhor perceção acerca do sistema produtivo da Continental Mabor, no Anexo C é apresentado o *layout* da empresa.

4.1.1 Receção das Matérias-Primas

Inicialmente, antes de as matérias-primas serem alocadas ao sistema produtivo da Continental Mabor, elas permanecem no respetivo armazém de matérias-primas. Este é o local de contacto entre os diversos

fornecedores e a própria empresa, pois estes são responsáveis por colocar as matérias-primas no armazém da Continental.

A Continental considera como stock de segurança para estes materiais, cerca de 2 semanas. As matérias-primas utilizadas pela Continental são: arame, tecido têxtil, óleo, negro de fumo, borracha (natural e sintética), pigmentos e corda metálica (Figura 14).



Figura 14 - Armazém de Matérias-Primas

4.1.2 Departamento I – Misturação

Trata-se do início do sistema produtivo, onde são misturados todos os compostos (borracha natural, borracha sintética, pigmentos, óleo mineral, sílica, negro de fumo, entre outros) para que, após a passagem pelos “*masters*” (misturadoras para produção de borracha intermédia) e “ *finais*” (misturadoras para produção de borracha final), a borracha possa passar para a fase seguinte (Figura 15).



Figura 15 - Misturação

4.1.3 Departamento II – Preparação

Nesta fase são feitos todos os componentes que constituem o pneu. As extrusoras, as calandras e as máquinas de corte são responsáveis pela preparação destes materiais, que seguem depois em diferentes tipos de carros de transporte para a área de construção (Figura 16).



Figura 16 - Preparação

4.1.4 Departamento III – Construção

Todos os produtos fabricados no departamento anterior, são montados nos chamados módulos de construção (KM-PU), ficando pronto o “pneu em cru” ou “pneu em verde”, em que uma parte do módulo é utilizada para a construção da carcaça do pneu (KM) e a outra parte (PU), junta à carcaça os “breakers” (telas metálicas), as telas têxteis e o piso (Figura 17).



Figura 17 - Construção

4.1.5 Departamento IV – Vulcanização

Os pneus em verde deixam os módulos de construção através de transportadores automáticos e são levados às cabines de pintura para serem pintados interiormente. Os lotes de pneus pintados são depois levados em carros para as prensas, onde o pneu é submetido a um ciclo de vulcanização a elevadas temperaturas e onde os moldes dão o aspeto final ao pneu (Figura 18).



Figura 18 - Vulcanização

4.1.6 Departamento V – Inspeção Final

Após a vulcanização, os pneus seguem através de transportadores automáticos para a inspeção final, onde são feitas as verificações visuais e ensaios necessários para garantir todos os requisitos de qualidade do pneu (Figura 19).



Figura 19 - Inspeção Final

4.1.7 Expedição do Produto Acabado

Depois da inspeção, os pneus seguem para o armazém de produto acabado (Figura 20) em paletes metálicas através de um Transportador Aéreo de Pneus.



Figura 20 - Armazém de Produto Acabado

Aqui neste armazém, antes de os pneus entrarem nos camiões, são mais uma vez inspecionados, a fim de se verificar se existem ou não qualquer tipo de defeitos.

Quanto à expedição dos pneus, se o cliente é nacional, os pneus do armazém de produto acabado seguem diretamente para os respetivos clientes.

No caso de os clientes serem internacionais, os pneus do armazém de produto acabado vão para armazéns da Continental espalhados pela Europa e daí sim, vão para os clientes.

Para que um pneu seja fabricado com sucesso, é necessária permanente interação entre os vários departamentos da Continental Mabor. Esta interação, bem como operações necessárias para a produção do pneu e o fluxo de materiais existente no sistema produtivo da Continental Mabor, pode ser evidenciado no Anexo D.

Neste anexo, é possível verificar que o arame, tecido têxtil e corda metálica são utilizados em processos do departamento II, sendo que todas as outras matérias-primas iniciais são gastas pelo departamento I. Após a mistura, estes materiais originam mesas de borracha e estas são consumidas por vários processos do departamento II.

Todos os produtos resultantes do departamento II são posteriormente consumidos no departamento III, formando assim o “pneu em cru”. Este, segue para o departamento IV onde é vulcanizado e após o pneu conter a forma desejada é enviado para o departamento V para ser inspecionado e testado.

Finalmente, após os pneus estarem de acordo com os requisitos, são transportados para o armazém de produto acabado, onde permanecem até serem enviados para o cliente.

Como complemento, no Anexo E é apresentado um VSM da empresa, tendo sido este efetuado por uma equipa de representantes da Continental da Alemanha.

4.2 Análise do Processo de Extrusão

Como referido anteriormente, o processo escolhido para este projecto foi o processo de extrusão, mais concretamente a extrusão de pisos. Este processo, como se pode observar no Anexo D, está situado no Departamento II, preparação. A área da Extrusão é composta atualmente por seis linhas de extrusão, sendo elas: a linha de extrusão 1 (E01), linha de extrusão 2 (E02), linha de extrusão 3 (E03), linha de extrusão 4 (E04), a linha de extrusão 5 (E05) e a linha de extrusão 6 (E06), tendo esta última sido implementada muito recentemente. Estas linhas produzem dois tipos de produtos diferentes, pisos e paredes, nº1 e 6 da Figura 13. A E01 só produz paredes. A E02 produz ambos os tipos de produtos e as restantes linhas só produzem pisos. O presente trabalho desenvolveu-se na extrusão de pisos, sendo que as quatro linhas de extrusão (3,4,5 e 6) são semelhantes entre si.

A empresa, em conversação com o autor, decidiu restringir o presente trabalho à E04, pois além da E06 que ainda está em fase de implementação a E04 é a melhor linha que a Continental Mabor possui. Visto que o processo em si é similar em todas estas linhas, qualquer melhoria que se aplique à E04 é depois possível replicar para as outras linhas.

Na Figura 21 está representada uma linha de extrusão com três extrusoras (triplex). A linha de extrusão focada no presente projeto é uma linha com quatro extrusoras (quadriplex), sendo que a única diferença entre estas é apenas a quantidade de extrusoras. Esta diferença garante à linha de extrusão maior capacidade, ou seja, assegura um maior output de borracha.

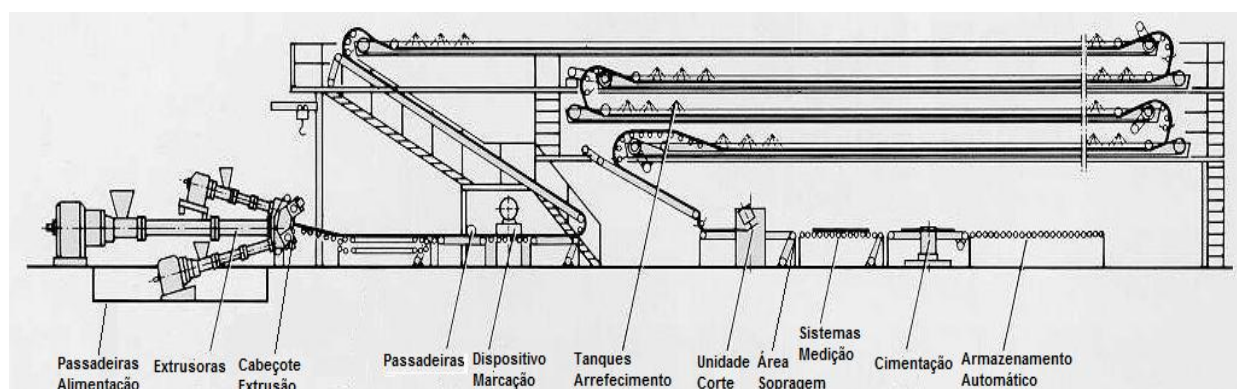


Figura 21 - Linha de Extrusão Triplex (adaptado de (Continental, 2010))

Como se pode evidenciar através da Figura 21, a linha de extrusão de pisos é constituída por vários equipamentos, mais concretamente: passadeiras de alimentação; extrusoras; cabeçote de extrusão;

passadeiras; dispositivo de marcação; tanques de arrefecimento; unidade de corte; área de sopragem; sistemas de medição; cimentação e área de armazenamento automático.

4.2.1 Funcionamento da Extrusão de Pisos

Primeiramente é necessário depositar as mesas de borracha, oriundas da misturação (Departamento I), nas extrusoras, sendo que para auxiliar este processo existem as passadeiras de alimentação, onde estão também colocados detetores de metais com vista à localização de pequenos objetos metálicos, inclusos na borracha que iriam danificar o equipamento. Na parte final destas passadeiras existe um novo detetor de metais que localiza todas as partículas metálicas, mesmo as que o detetor anterior na alimentação possa ter deixado passar. As que possam ter passado terão uma dimensão inferior a 3 mm e assim não oferecem problemas para as extrusoras, no entanto, os pisos que contiverem estas partículas serão rejeitados no final (Figura 22).



Figura 22 - Passadeiras de alimentação e detetores de metais

Extrusoras

A operação inicia-se então com a colocação das mesas de borracha nas tremonhas de cada extrusora, sendo que a extrusora é um equipamento utilizado para conferir uma dada forma a um determinado produto (Figura 23).



Figura 23 - Tremonha da Extrusora

O seu princípio de funcionamento assenta num parafuso sem-fim (Figura 24), que funciona dentro de um cilindro (camisa) obrigando a borracha a passar por uma abertura (fieira) adquirindo a forma dessa mesma abertura.

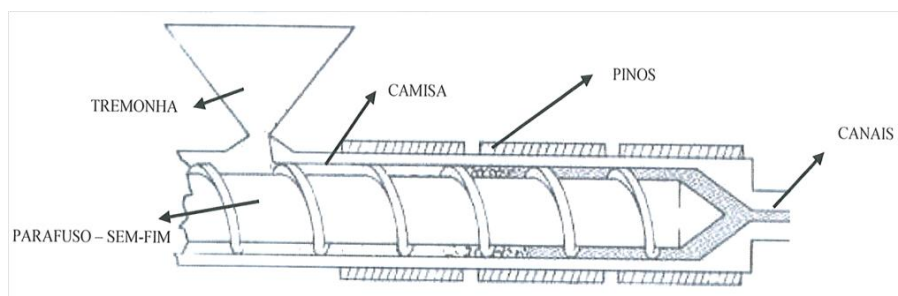


Figura 24 - Interior da Extrusora

A borracha então é alimentada numa tremonha, em que um rolo vai pressionar a borracha contra o parafuso para que não se solte, garantindo uma cadência de alimentação constante. A borracha, ao entrar em contacto com o sem-fim, é empurrada contra as paredes no sentido da saída. Existem, no entanto, uns parafusos (pinos) aplicados na camisa. A sua extremidade prolonga-se para além da espessura da parede, permitindo que toquem na borracha. Esta fricção com as paredes e com os parafusos vai aumentar a temperatura dentro da camisa ajudando à plastificação do composto. Quando chegar à zona do cabeçote (fim dos parafusos e início dos canais), a borracha é guiada até à fieira. Esta será responsável pela forma à saída da extrusora. Caso o processo assim o exija, pode também incluir a existência de uma pré-fieira, como é o caso da extrusão de pisos.

Cabeçote de Extrusão

Assim, o parafuso sem-fim encarrega-se, não só de transportar a borracha até à fieira como também a aquece e homogeneiza, de modo a que esta adquira um estado plástico, facilitando assim a sua extrusão. Este processo é semelhante para os três compostos que constituem o piso (capa, base e extremos), que apenas vão entrar em contacto na zona da fieira.

A zona de saída é constituída por uma pré-fieira e uma fieira, que são responsáveis pela forma do piso. As dimensões da abertura da fieira são inferiores ao que se pretende. Isto deve-se ao facto de a borracha aumentar de volume quando já não estiver submetida à pressão (Figura 25).



Figura 25 - Cabeçote com Piso a ser Extrudido

Dispositivo de Marcação

Os pisos são transportados na linha de extrusão através de passadeiras, sendo marcados por um código de cores que os identificam (Figura 26).



Figura 26 - Identificação dos Pisos com Linhas Coloridas

Tanques de Arrefecimento

O piso posteriormente é arrefecido em tanques com água, de modo a readquirir a consistência ideal para operações posteriores (Figura 27).



Figura 27 - Tanques de Arrefecimento

Unidade de Corte

Nesta fase o piso é cortado por uma lâmina, nas dimensões pré-definidas, sendo que estas variam consoante o tipo de piso requerido (Figura 28).

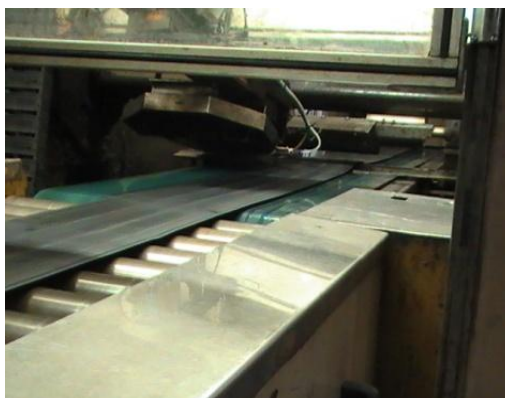


Figura 28 - Unidade de Corte

Área de Sopragem

Estes pisos após o corte passam num conjunto de sopradores (Figura 29), que são fundamentais para evitar que sigam para o departamento seguinte (construção), pisos com água ou húmidos, o que iria dificultar a adesão dos pisos à carcaça e provocar a separação no pneu após a vulcanização (departamento IV).



Figura 29 - Sopradores de Ar

Sistemas de Medição (Comprimento, Peso e Largura)

Na passadeira de transporte, o equipamento de medição (Figura 30) realiza um controlo automático de modo a averiguar se o comprimento, peso e largura são os especificados, verificando ainda a existência de

partes metálicas em cada uma das unidades produzidas. Se os pisos não estiverem dentro dos parâmetros especificados, mais à frente são rejeitados pelo sistema de armazenamento automático. Quando as especificações dos pisos se alteram, isto é, quando se muda de tipo de piso, estes sistemas são regulados através de software próprio.



Figura 30 - Sistemas de Medição

Cimentação

De seguida dá-se a cimentação dos pisos na ponta final. Esta operação vai facilitar a adesão na altura da emenda na construção do pneu (Figura 31).



Figura 31 - Cimentação

Área de Armazenamento Automático

Quando os pisos com as especificações corretas estiverem secos, são colocados por um sistema automático (robô) nos carros de armazenamento (Figura 32). Os pisos são colocados com a base voltada para cima nas prateleiras dos carros de transporte.



Figura 32 - Equipamento de Armazenamento Automático

4.2.2 Mapeamento do Estado Atual

Neste subcapítulo será efetuada uma análise do estado atual do posto de trabalho descrito anteriormente. Nesta análise serão evidenciados os vários tipos de dados recolhidos por parte do autor, acerca do processo, sendo eles: *setups*, perturbações (ocorrências que perturbam o correto funcionamento da linha), ocupação da linha e por fim ocupação humana, ou seja, o *manning level*. Além destes dados serão ainda apresentados o VSM e o WID referentes à linha de extrusão 4.

4.2.2.1 Setups

Como referido anteriormente, um *setup* corresponde a todo o conjunto de procedimentos de preparação dos equipamentos para se mudar de tipo de produto. Assim sendo, o tempo de *setup* é o tempo que demora este conjunto de procedimentos.

No caso das linhas de extrusão de pisos o tempo de *setup* é o tempo que decorre entre o momento no qual é produzida a última peça boa de um produto, até ao instante no qual é produzida a primeira peça boa do produto seguinte.

Na Figura 33 é possível evidenciar as etapas relativas ao tempo de *setup* nas linhas de extrusão de pisos.



Figura 33 – Etapas do Tempo de *Setup*

Analisando a Figura 33, percebe-se que na extrusão de pisos o tempo de *setup* divide-se em três partes: Fim da Medida A, Tempo de Espera e o Inicio da Medida B. Quanto ao Fim da Medida A este corresponde ao tempo que demora entre o último piso bom da medida A e o último piso mau da mesma medida. Após este tempo, segue-se um instante em que não sai piso nenhum, sendo este o tempo em que o operador troca a fieira e a pré-fieira da máquina. Por fim após o operador arrancar outra vez com a linha, dá-se início à medida B. Esta última etapa do *setup* corresponde ao intervalo de tempo desde o primeiro mau da medida B até ao primeiro bom da mesma medida.

Relativamente à variedade de *setups*, na extrusão de pisos encontram-se quatro tipos diferentes, sendo que cada um deles tem certas particularidades (Figura 34).



Figura 34 - Tipos de *Setups*

- **Mudança das Linhas Coloridas:** Neste *setup* os compostos, a fieira e a pré-fieira são os mesmos, alterando apenas as linhas coloridas;
- **Mudança da Fieira e Pré-Fieira:** Neste caso mantêm-se os compostos e alteram-se a fieira e pré-fieira e as linhas coloridas;
- **Mudança de Compostos:** Altera-se tudo, ou seja, compostos, fieira e pré-fieira e linhas coloridas. Nesta situação a paragem das extrusoras é manual e não existe nenhum aviso para a mudança de composto (o operador tem que estar atento);
- **IPOC:** Por último no IPOC, tal como na mudança de compostos altera-se tudo, mas a paragem das extrusoras é automática, existindo um aviso para o operador saber quando mudar de composto. Esta mudança é regulada por *software* próprio (IPOC).

Visto que um piso é constituído por três compostos (capa, base e extremos), dentro das mudanças de compostos, existem duas vertentes diferentes, sendo elas a mudança só da capa ou a mudança da base e da capa (sempre que se muda o composto da base é necessário alterar também o da capa). Relativamente ao IPOC atualmente apenas existe a mudança do composto da capa, pois a mudança da base com IPOC está ainda na fase de testes. Quanto ao composto dos extremos como ele é sempre o mesmo, este não requer qualquer mudança.

Posteriormente, foi efetuado um estudo comparativo entre as três extrusoras de pisos, para assim se poderem tirar algumas ilações. A linha de extrusão 6 não entra para os cálculos, pois como é muito recente, ainda está na fase de arranque, adulterando então qualquer tipo de dados que daí advêm.

Na Tabela 2 é possível evidenciar um comparativo entre as três linhas de extrusão de pisos, relativamente aos vários *setups* praticados, ilustrando a quantidade de pisos desperdiçados e o tempo demorado.

Tabela 2 - Comparativo de *Setups* (Linhas)

		E03				E04				E05			
		Fim	Espera	Início	Total	Fim	Espera	Início	Total	Fim	Espera	Início	Total
Mudança das Linhas Coloridas	PISOS	8,1											
	TEMPO	00:00:26											
Mudança da Feira e Pré-Feira	PISOS	2,7	00:02:55	10,4	13,1	2,1	00:02:05	10,6	12,7	2,6	00:02:12	12,6	15,2
	TEMPO	00:00:08		00:00:39	00:03:42	00:00:06		00:00:36	00:02:47	00:00:11		00:00:47	00:03:10
Mudança de Compostos (Capa)	PISOS	4,7	00:03:09	13,3	18,0					3,5	00:02:48	14,3	17,8
	TEMPO	00:00:17		00:00:51	00:04:17					00:00:13		00:00:57	00:03:58
Mudança de Compostos (Base)	PISOS	12	00:09:09	24,3	36,3	32	00:13:01	22	54,0				
	TEMPO	00:00:35		00:01:19	00:11:03	00:01:43		00:01:46	00:16:30				
IPOC (Capa)	PISOS					8,7	00:02:44	17,1	25,8	10,7	00:02:16	31	41,7
	TEMPO					00:00:31		00:00:56	00:04:11	00:00:40		00:01:59	00:04:55

Dado que existem diferenças entre o número de *setups* efetuados por linha e uma vez que o presente projeto incide na E04, existem diferenças no tamanho da amostragem.

Assim sendo, foram retiradas cerca de 50 amostras na E03, cerca de 150 na E04 e cerca de 60 na E05, tendo-se realizado no total, cerca de 260 amostras. Quanto aos *setups* importa referir que na E03 ainda não existe IPOC. Por sua vez na E04 para se mudarem de compostos (no caso de mudança da capa) apenas é utilizado o IPOC e na E05 não existem mudanças de base, sendo esta sempre a mesma. Ainda na E05, existem para a mudança da capa dois tipos de *setups* (mudança de compostos e IPOC), pois como IPOC nesta linha de extrusão está em fase de implementação, por vezes é necessário recorrer à mudança de compostos.

Além disto, visto que as mudanças das linhas coloridas ocorrem em média cerca de uma vez por turno, a quantidade de amostras não é elevada e porque nas três extrusoras este tipo de *setup* é similar tanto

em termos de tempo gasto, como em termos de desperdício, o autor achou por bem uniformizar esta mudança para as três linhas. Isto corresponde a dizer que, em média nas três linhas este *setup* tem como desperdício 8,1 pisos e gasta cerca de 26 segundos.

Relativamente à mudança de compostos (base), esta não é efetuada todos os turnos, levando a que a sua média seja inferior a uma vez por turno e que a sua amostragem seja também muito reduzida. Convém ainda referir que esta mudança não é corretamente efetuada por parte dos operadores, conduzindo assim a que os dados relativos a este tipo de *setup* sejam meramente representativos.

A partir dos dados apresentados na Tabela 2 é ainda possível retirar várias ilações, quanto aos *setups* nas diversas linhas de extrusão de pisos na Continental Mabor, sendo elas descritas seguidamente:

- Quanto à mudança de linhas coloridas, feira e pré-feira e mudança de compostos (capa) as linhas de extrusão têm comportamentos similares;
- No IPOC verifica-se que a E05, face à E04 apresenta elevadas quantidades de desperdício, este localizado sobretudo no início da medida;
- Ainda na E05, o IPOC face à mudança de compostos apresenta também elevadas quantidades de desperdício;
- Entre a E05 e E04 com o IPOC existe um aumento de 15,9 pisos e 44s, sendo este verificado quase na totalidade, no início da medida;
- Na E05 com a utilização do IPOC face à mudança de compostos verifica-se um aumento de 23,9 pisos e 57s.

Foi também efetuado um estudo comparativo entre os diversos turnos da semana (A, B e C) relativamente à E04, para assim se tentar perceber quais as características, correspondentes aos *setups*, de cada um destes turnos.

Na Tabela 3 é então, ilustrado o referido estudo comparativo.

Tabela 3 - Comparação de *Setups* na Linha de Extrusão E04 por Turnos

		E04											
		Turno A				Turno B				Turno C			
		Fim	Espera	Início	Total	Fim	Espera	Início	Total	Fim	Espera	Início	Total
Mudança das Linhas Coloridas	PISOS	8				8				9			
	TEMPO	00:00:25				00:00:27				00:00:27			
Mudança da Feira e Pré-Feira	PISOS	1,9	00:02:35	11,7	13,6	1,9	00:02:10	8,8	10,7	2,4	00:01:29	11,4	13,8
	TEMPO	00:00:06		00:00:43	00:03:24	00:00:06		00:00:30	00:02:46	00:00:07		00:00:35	00:02:11
IPOC (Capa)	PISOS	9,8	00:03:15	20,1	29,9	8,8	00:02:42	11,9	20,7	7,6	00:02:14	19,2	26,8
	TEMPO	00:00:34		00:01:09	00:04:58	00:00:33		00:00:42	00:03:57	00:00:23		00:00:58	00:03:35

Tal como o comparativo entre as várias linhas de extrusão, deste também se podem retirar ilações, sendo que delas se destacam:

- O turno B é o que produz menos desperdício;
- O turno C é o que realiza os *setups* mais rápidos;
- O turno A é o mais lento nos *setups*.

4.2.2.2 Perturbações

Além dos *setups*, foram recolhidos, a pedido da Continental Mabor, dados relativamente às perturbações na linha de extrusão 4. Como o próprio nome indica, uma perturbação é qualquer ocorrência que perturba o correto funcionamento do posto de trabalho. As perturbações podem fazer com que a máquina pare ou que, mesmo não parando, produza algum desperdício.

Relativamente à E04 existem diversos tipos de causas que dão a origem às perturbações, que são representadas na Figura 35 através de um diagrama de Ishikawa.

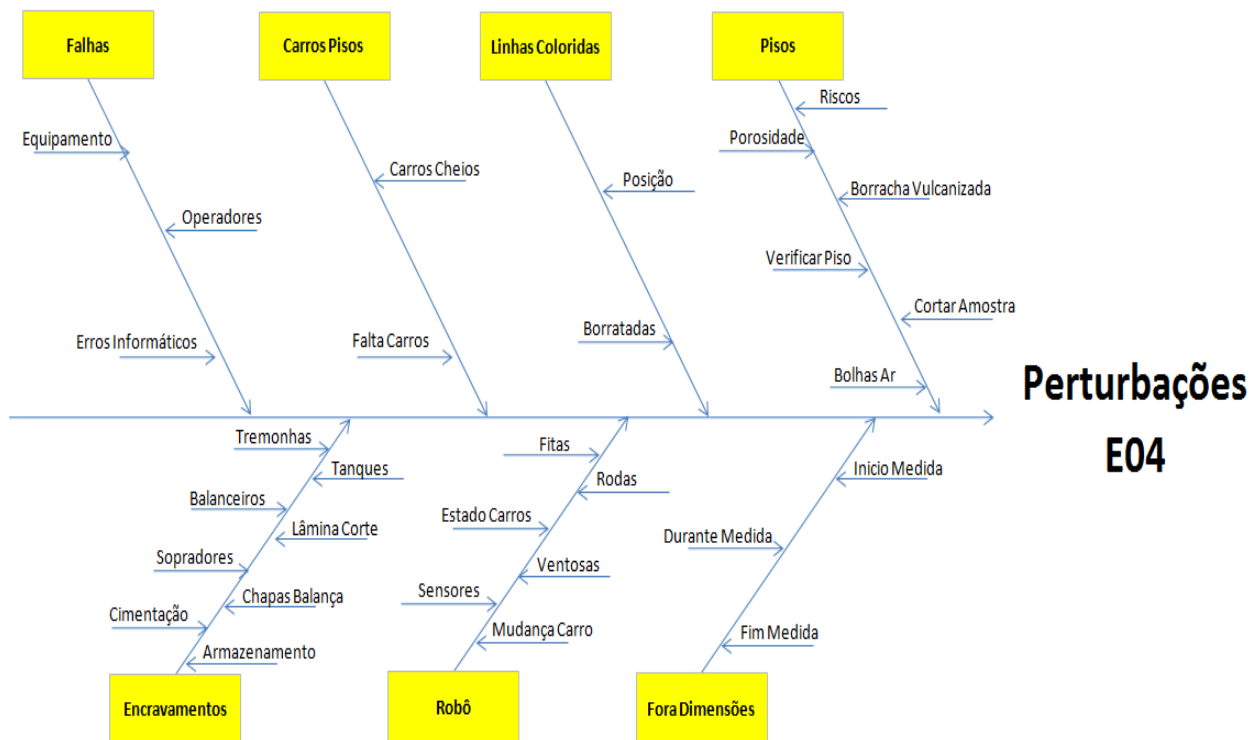


Figura 35 – Perturbações na Linha de Extrusão E04

Como se pode verificar pelo diagrama, as perturbações na linha de extrusão 4 podem ter origem em sete tipos de causas, sendo elas:

- **Pisos:** Este grupo tem como referência, problemas relativos à qualidade dos próprios pisos, nomeadamente riscos no piso, porosidade na borracha, existência de borracha vulcanizada

(aqueceu demais), existência de bolhas de ar nos pisos, necessidade de verificar manualmente os pisos e corte de uma porção do piso para amostras;

- **Linhas Coloridas:** Estas causas devem-se às linhas coloridas nos pisos, ou seja, quando as linhas não estão na posição correta ou quando estas estão borratadas;
- **Carros de Pisos:** Existem também problemas devido aos carros de armazenamento dos pisos. Isto acontece quando os carros pré-definidos para uma determinada medida estão cheios e ainda existem alguns pisos em produção. Neste caso, os operadores rejeitam essa pequena quantidade de pisos, para não estarem a ocupar um carro apenas com essa reduzida quantidade. A outra situação problemática acontece quando existe falta de carros, sendo que neste caso pára-se a linha;
- **Falhas:** Quanto às falhas, estas devem-se sobretudo a três variáveis: falhas no equipamento (mecânicas e elétricas), problemas informáticos (*software*), e, erros causados pelos próprios operadores;
- **Fora das Dimensões:** Nesta situação, encontram-se todos os pisos, que estão fora das especificações, sendo estes rejeitados pelos sistemas de medição. Neste caso as variáveis consideradas são o comprimento, o peso e a largura. Estas rejeições podem acontecer em três momentos: no início da medida, durante a medida e no fim da medida;
- **Robô:** Relativamente a este grupo, enquadram-se todos os problemas que se opõem ao normal funcionamento do robô. Isto corresponde a problemas nas fitas, rodas, ventosas, bem como sensores. O mau estado dos carros de pisos também perturbam o correto funcionamento do robô, bem como na mudança de carro no robô, pois nesse intervalo de tempo, por vezes é necessário desperdiçar um ou dois pisos para não encravar o robô;
- **Encravamentos:** Por último, agrupam-se todas as causas relativas a encravamentos da borracha, sendo que as zonas onde estes encravamentos acontecem frequentemente são as tremonhas, tanques de arrefecimento, balanceiros, lâmina de corte, sopradores, chapas na balança, cimentação e por fim armazenamento.

Tal como os *setups*, as perturbações são medidas face a dois aspetos, sendo eles a quantidade de pisos desperdiçados e o tempo gasto. Quanto ao tempo gasto com perturbações, este pode ser de dois tipos (tempo a desperdiçar pisos e tempo de paragem da máquina), pois uma perturbação pode levar ou não à paragem da máquina, ou seja, a linha de extrusão pode estar a funcionar mas a rejeitar os pisos que estão a ser produzidos. Neste caso, este tempo também tem de ser contabilizado como uma perturbação. Para

efeitos de cálculo, o tempo total associado a uma perturbação corresponde à soma do tempo que se estão a rejeitar pisos com o tempo de paragem da máquina.

Para uma conclusão acerca destas perturbações foi efetuada uma amostragem de 45 horas, dividida pelos três turnos (15 horas por turno).

A Tabela 4 e a Tabela 5 refletem a amostragem recolhida pelo autor, referente às causas de perturbação na E04, no qual se comparam os turnos, sendo no final feita a média entre eles. Esta amostragem é apresentada sob a forma de percentagem pois assim torna este estudo mais fiável, do que colocando apenas o seu valor absoluto.

Tabela 4 - Comparação das Causas de Perturbação (Pisos) em cada Turno

	Turno A		Turno B		Turno C		MÉDIA	
	Pisos	Causas de Perturbações	Pisos	Causas de Perturbações	Pisos	Causas de Perturbações	Pisos	Causas de Perturbações
Pisos	3,7%	34,3%	1,4%	19,2%	4,2%	35,0%	3,1%	30,9%
Linhas Coloridas	1,4%	13,0%	0,7%	9,6%	1,1%	9,2%	1,1%	10,6%
Carros Pisos	0,8%	7,4%	1,4%	19,2%	0,4%	3,3%	0,9%	8,6%
Falhas	0,5%	4,6%	0,5%	6,8%	0,2%	1,7%	0,4%	4,0%
Fora Dimensões	3,0%	27,8%	1,8%	24,7%	3,2%	26,7%	2,7%	26,6%
Robô	0,7%	6,5%	0,6%	8,2%	0,4%	3,3%	0,6%	5,6%
Encravamentos	0,7%	6,5%	0,9%	12,3%	2,5%	20,8%	1,4%	13,6%
TOTAL	10,8%		7,3%		12,0%		10,0%	

Tabela 5 - Comparação das Causas de Perturbação (Tempo) em cada Turno

	Turno A		Turno B		Turno C		MÉDIA	
	Tempo	Causas de Perturbações	Tempo	Causas de Perturbações	Tempo	Causas de Perturbações	Tempo	Causas de Perturbações
Pisos	4,3%	29,7%	2,0%	18,9%	4,0%	27,4%	3,4%	25,9%
Linhas Coloridas	0,7%	4,8%	0,6%	5,7%	0,9%	6,2%	0,7%	5,5%
Carros Pisos	1,2%	8,3%	2,5%	23,6%	0,4%	2,7%	1,4%	10,3%
Falhas	1,5%	10,3%	1,1%	10,4%	1,7%	11,6%	1,4%	10,8%
Fora Dimensões	2,4%	16,6%	1,4%	13,2%	2,6%	17,8%	2,1%	16,1%
Robô	2,1%	14,5%	1,0%	9,4%	0,4%	2,7%	1,2%	8,8%
Encravamentos	2,3%	15,9%	2,0%	18,9%	4,6%	31,5%	3,0%	22,4%
TOTAL	14,5%		10,6%		14,6%		13,2%	

Nas tabelas, em cada turno existem duas colunas, sendo que a primeira ilustra a percentagem das causas de perturbação face à quantidade de pisos produzidos nessa medida ou ao tempo de produção da respetiva medida e a segunda corresponde à percentagem dessa causa de perturbação face ao total das causas. Através destas duas tabelas foram construídos diversos gráficos ilustrando as diferenças entre os

vários turnos, sendo que estes podem ser visualizados no Anexo F. Além destes gráficos, é possível visualizar a distribuição média das causas de perturbação, sendo apresentada nos Gráfico 1 e Gráfico 2.

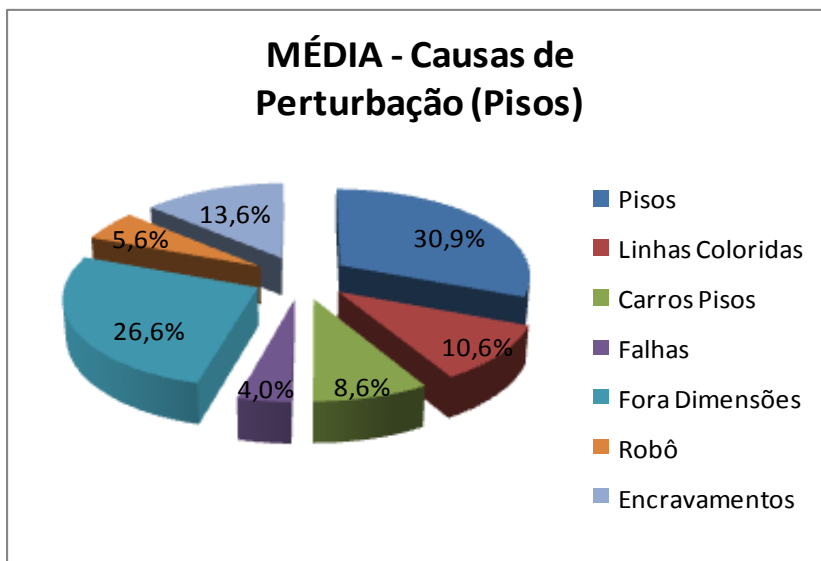


Gráfico 1 – Média das Causas de Perturbação (Pisos)

A partir do Gráfico 1, é possível constatar que as principais causas de perturbação, relativamente à quantidade de pisos desperdiçados, correspondem à categoria pisos, esta com 30,9%. A categoria de fora de dimensões também é muito elevada, visto que corresponde 26,6% das causas.

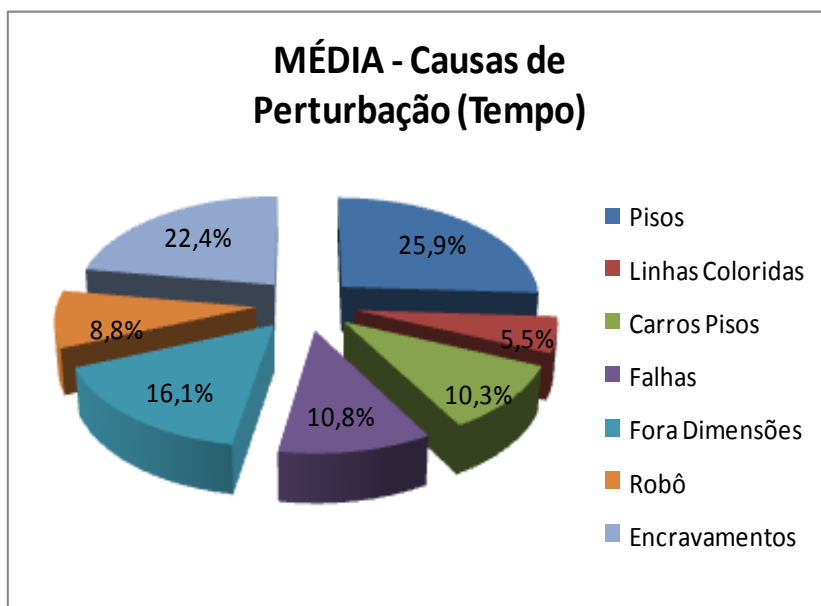


Gráfico 2 – Média das Causas de perturbação (Tempo)

Relativamente ao Gráfico 2, é possível constatar que o principal grupo de causas, relativamente ao tempo desperdiçado, corresponde também à categoria dos pisos, tendo este 25,9%. Ao contrário do que

acontece nas perturbações relativas à quantidade de pisos rejeitados, a segunda maior categoria de causas não pertence ao grupo fora de dimensões mas sim aos encravamentos, este com 22,4%.

Para uma visualização mais detalhada desta distribuição, nos Anexo G e Anexo H são apresentadas as percentagens de todas as subcausas de perturbação.

Além destes dados, a partir da Tabela 4 e Tabela 5 também se pode verificar o impacto que estas perturbações têm sobre o trabalho realizado na E04, sendo ele apresentado nos Gráfico 3 e Gráfico 4.

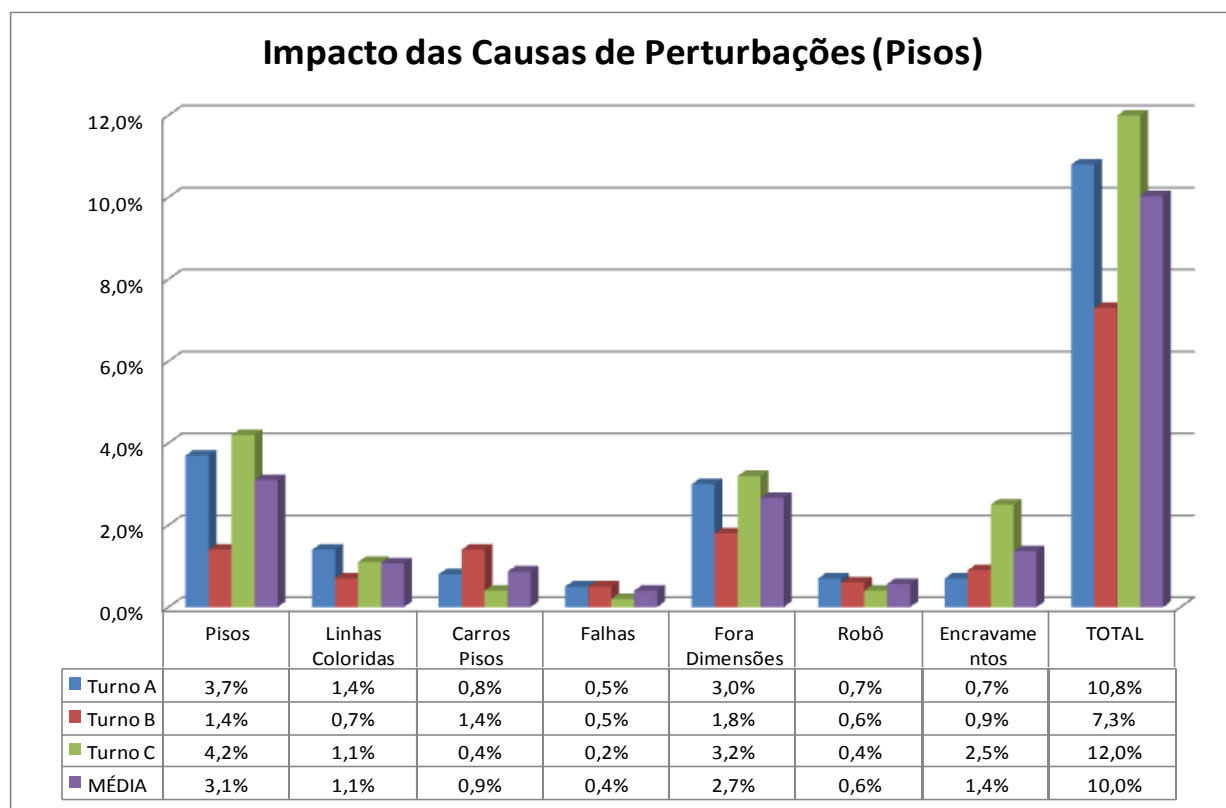


Gráfico 3 - Impacto das Causas de Perturbação (Pisos)

Como se pode constatar por este gráfico e de acordo com o Gráfico 1, as causas de perturbação mais preocupantes para este processo são as correspondentes às categorias pisos e fora de dimensões, tendo estas um impacto médio de 3,1% e 2,7%, em relação à quantidade de pisos produzidos.

A partir do Gráfico 3 constata-se ainda que no total, rejeitam-se em média 10% dos pisos produzidos, devido a perturbações, sendo que o turno B é o melhor neste campo.

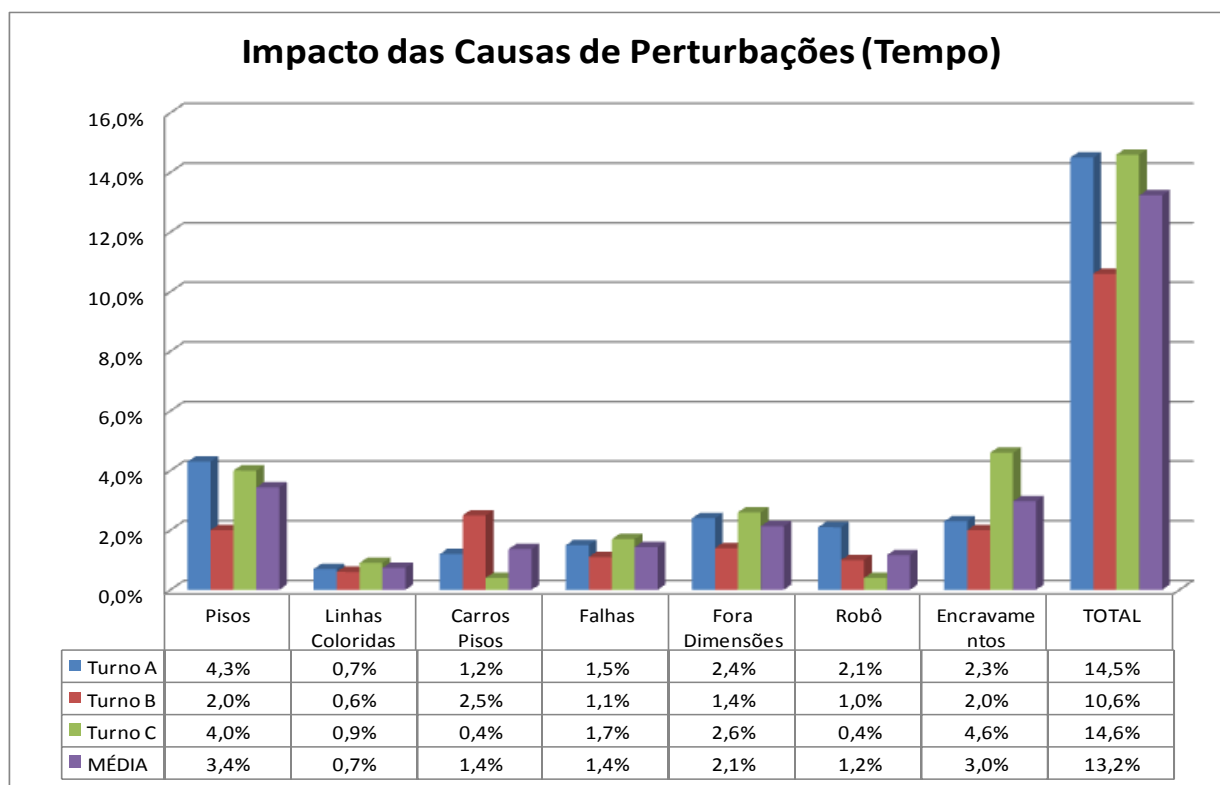


Gráfico 4 - Impacto das Causas de perturbação (Tempo)

Relativamente ao tempo despendido nas perturbações, com 3,4% e 3,0% as categorias pisos e encravamentos são as mais problemáticas na E04. Neste caso, as perturbações apresentam um impacto em relação ao tempo total de trabalho de cerca de 13,2%. Tal como na quantidade de pisos, o turno B é o que contém menos perturbações.

4.2.2.3 Ocupação da Linha de Extrusão

Face à recolha de dados, uma linha de extrusão, durante o seu funcionamento na Continental Mabor, depara-se com quatro situações distintas: produção útil; perturbações; *setups* e cargas especiais.

Então, com estes valores é possível determinar a ocupação da linha de extrusão em estudo, ou seja, da E04. Quanto aos valores de perturbações, estes já foram apresentados no subcapítulo anterior.

Relativamente aos *setups* também já foram apresentados, mas estes por mudança e não por turno. Em média, por turno são realizados 19 *setups*, 12 com IPOC (capa), 6 com mudança de fieira e pré-fieira e 1 com mudança de linhas coloridas. A mudança de compostos (base) não entra para os cálculos, pois esta não acontece em todos os turnos. Então com estes valores, é simples de calcular a ocupação da linha quanto aos *setups*.

Nesta recolha de dados foram também evidenciadas as cargas especiais, ou seja, a produção de pisos para teste. Reunindo todos estes dados com a produção útil da linha é possível determinar a sua ocupação.

Seguidamente são apresentados o Gráfico 5 e Gráfico 6, sendo que o Gráfico 5 consiste num comparativo entre os três turnos, face à sua ocupação.

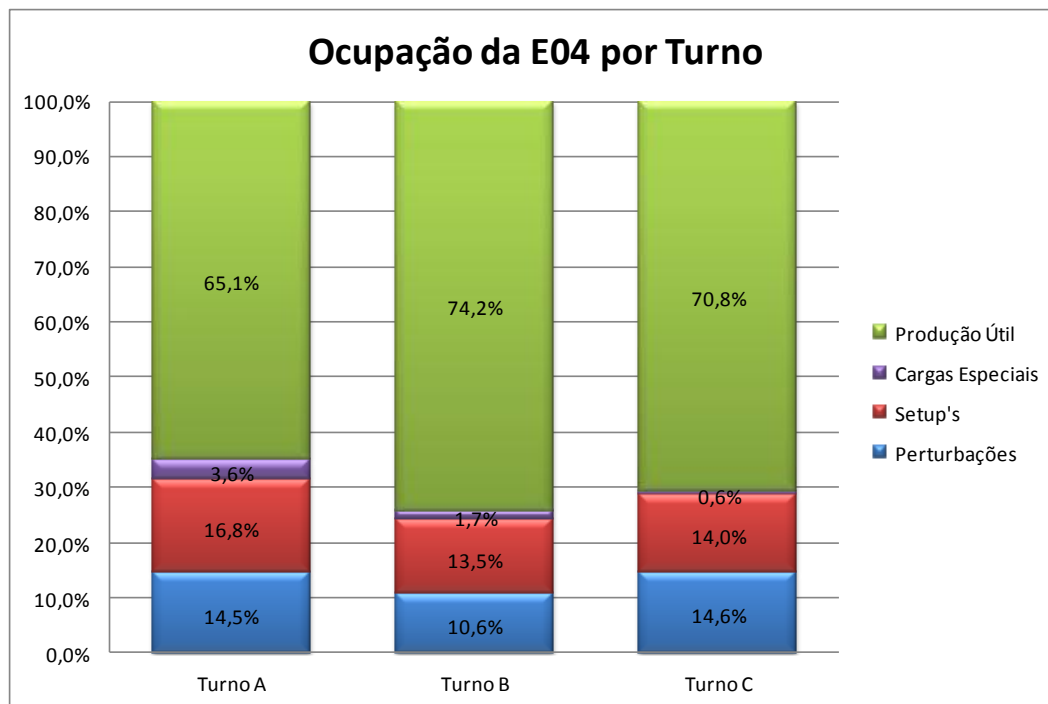


Gráfico 5 - Comparativo da Ocupação da Linha de Extrusão E04 em cada Turno

Em primeiro lugar importa referir, que a quantidade de cargas especiais a produzir é muito relativa, pois enquanto num turno pode existir uma grande necessidade de produção destes pisos, no seguinte pode já não existir produção dos mesmos, sendo estes valores apresentados de uma forma meramente representativa.

Quanto às perturbações e aos *setups* é possível verificar que o turno B é o que apresenta menor tempo perdido com estas situações, o que fará que seja o turno com maior tempo disponível para produzir.

Ao invés deste turno, o turno A é o que apresenta uma menor fração de tempo disponível para a produção de pisos.

Adicionalmente a este comparativo, no Gráfico 6 é ilustrada a ocupação média da linha de extrusão 4.

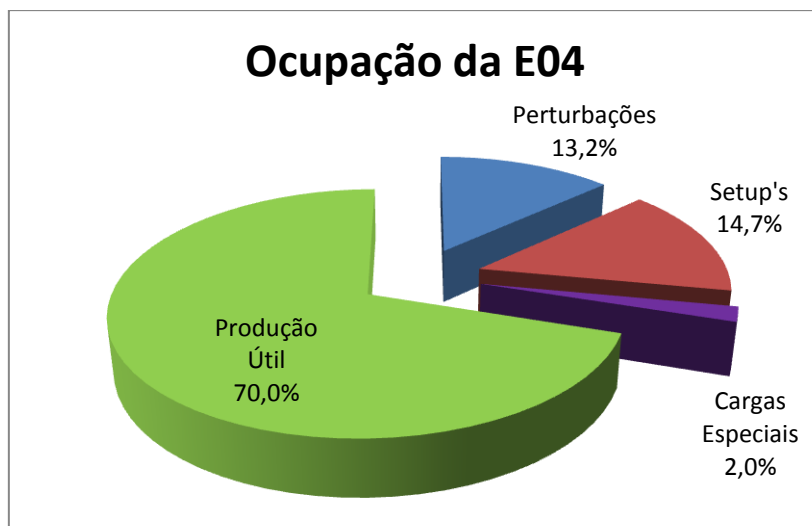


Gráfico 6 – Ocupação Média da Linha de Extrusão E04

Em relação à média, constata-se que o tempo em que a linha pode estar a produzir pisos para o seu cliente, corresponde a 70% do tempo total, ou seja das 8 horas.

Quanto às perturbações por turno são perdas cerca de 01h 03min e 686 pisos. Respeitante aos *setups*, esta percentagem corresponde a uma perda de 01h 11min e 388 pisos. As cargas Especiais ocupam por turno, cerca de 00h 10min e 91 pisos.

Finalmente, em média por turno, a produção de pisos dentro do especificado para o respetivo cliente, ascende a 05h 36min, o que se traduz em 5627 pisos.

4.2.2.4 Manning Level

Da ocupação da linha, referida no subcapítulo anterior, passa-se para a ocupação humana, mais conhecida por *manning level*.

A E04 é composta por 4 colaboradores (2 operadores da máquina e 2 ajudantes), formando estes uma equipa. Visto que existem cinco turnos diferentes, existem então cinco equipas diferentes (uma para cada turno). Estes colaboradores são responsáveis por diferentes tarefas, sendo que os dois operadores são responsáveis pela zona das extrusoras e dos *setups*, e os dois ajudantes são responsáveis pelo resto do equipamento, incidindo principalmente na zona do armazenamento final, ou seja, no robô.

Dado que as atividades a realizar pelos colaboradores são similares nas mais diversas medidas, não foi necessária uma grande amostragem para esta análise, tendo sido realizada uma amostragem de aproximadamente 50h pelos diversos colaboradores.

No Anexo I é apresentada esta recolha de dados sob a forma de uma tabela, na qual é possível identificar quais as atividades inerentes aos colaboradores e o tempo médio por medida de execução dessas

mesmas atividades. A partir desses dados, foi então possível construir a Tabela 6, na qual foram compilados todos os dados recolhidos, acrescentando também o descanso a que estes colaboradores têm direito e a fadiga que eles acarretam durante o respetivo horário de trabalho.

Tabela 6 – Análise do *Manning Level*

Nº Setup's	19	
Nº Medidas	20	
Tempo total de ocupação por operador	07:20:00	
DESCANSO	6%	00:26:24
FADIGA	6,8%	00:29:55
TOTAL C/ DESCANSO E FADIGA	06:23:41	

	Medida	Turno
Verificar / Tratar (Dados/ Equipamentos /Piso)	00:10:19	03:26:27
Cuidar ferramentas	00:02:39	00:52:59
Setup	00:02:58	00:56:27
Cuidar borracha	00:04:40	01:33:16
Organizar mesas borracha	00:04:10	01:23:26
Dialogar com colaboradores	00:02:10	00:43:15
Perturbações (Paragem)	00:01:25	00:28:19
Rejeitar (Setup + Perturbações)	00:08:42	02:54:08
Armazenamento Manual	00:00:54	00:17:54
Carros Pisos	00:07:12	02:23:52
Robô	00:01:24	00:27:54
Acompanhamento da Ponta	00:03:04	01:01:21
TOTAL	16:29:17	

Nº OPERADORES NECESSÁRIOS	2,58
----------------------------------	-------------

Após uma análise desta tabela, verifica-se que um colaborador em 8 horas de trabalho, rende apenas 06h 24min úteis de trabalho. Visto que o somatório de todas as atividades necessárias durante um turno, corresponde a 16h 29min, para que estas sejam corretamente realizadas são apenas necessários 2,58 colaboradores. Contrariamente aos 4 colaboradores atuais apenas se necessita de 3 colaboradores, podendo-se assim reduzir uma pessoa por equipa.

Atualmente nas horas das refeições a linha já opera apenas com 3 colaboradores (1 vai à refeição) e esta redução tem um impacto nas perturbações do processo de 6,2%. Assim, num turno completo, a redução de uma pessoa trará um aumento das perturbações em 03min 53s.

4.2.2.5 VSM

Neste subcapítulo será apresentado o VSM referente à linha de extrusão E04, sendo que, como referido na revisão da literatura, inicialmente para a construção desta ferramenta é necessária a seleção de um produto ou de uma família de produtos.

Para esta seleção, o autor utilizou como referência as vendas da empresa em 2010, sendo estas ilustradas no Gráfico 7.

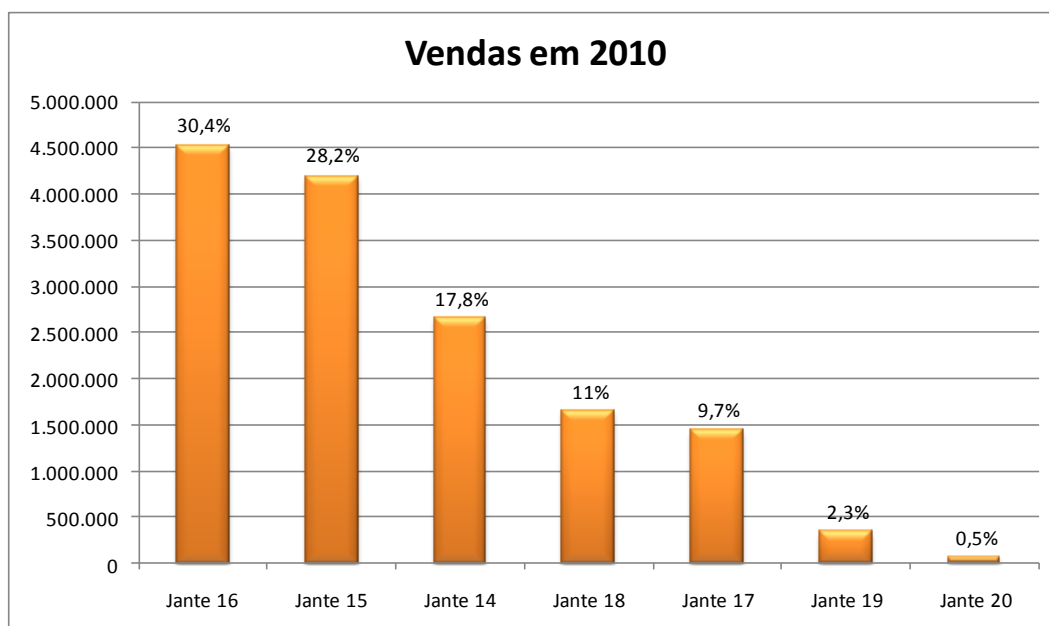


Gráfico 7 - Vendas em 2010

Visto que a Continental Mabor, no ano de 2010, teve uma produção de 1.145 artigos diferentes, o autor decidiu agrupar estes artigos por tamanho da jante. Após uma análise do gráfico, verifica-se que o conjunto de pneus correspondentes à jante 16, foi o mais vendido nesta empresa, constituindo 30,4% das vendas totais da Continental Mabor em 2010 (14.859.857 pneus), o que perfaz um total de 4.522.931 pneus.

Apesar do conjunto mais vendido de pneus corresponder à jante 16, o pneu mais vendido no ano de 2010 na Continental Mabor, foi um pneu de jante 15, com um volume de vendas de 627.101 pneus, ou seja cerca de 4% das vendas totais da empresa. Para a concepção do VSM, o produto de referência é o piso associado a este pneu, sendo que este piso conta com 1,847m e 2,939kg.

Na Figura 36 é apresentado, o VSM da linha de extrusão E04, tendo sido este elaborado pelo autor do presente trabalho.

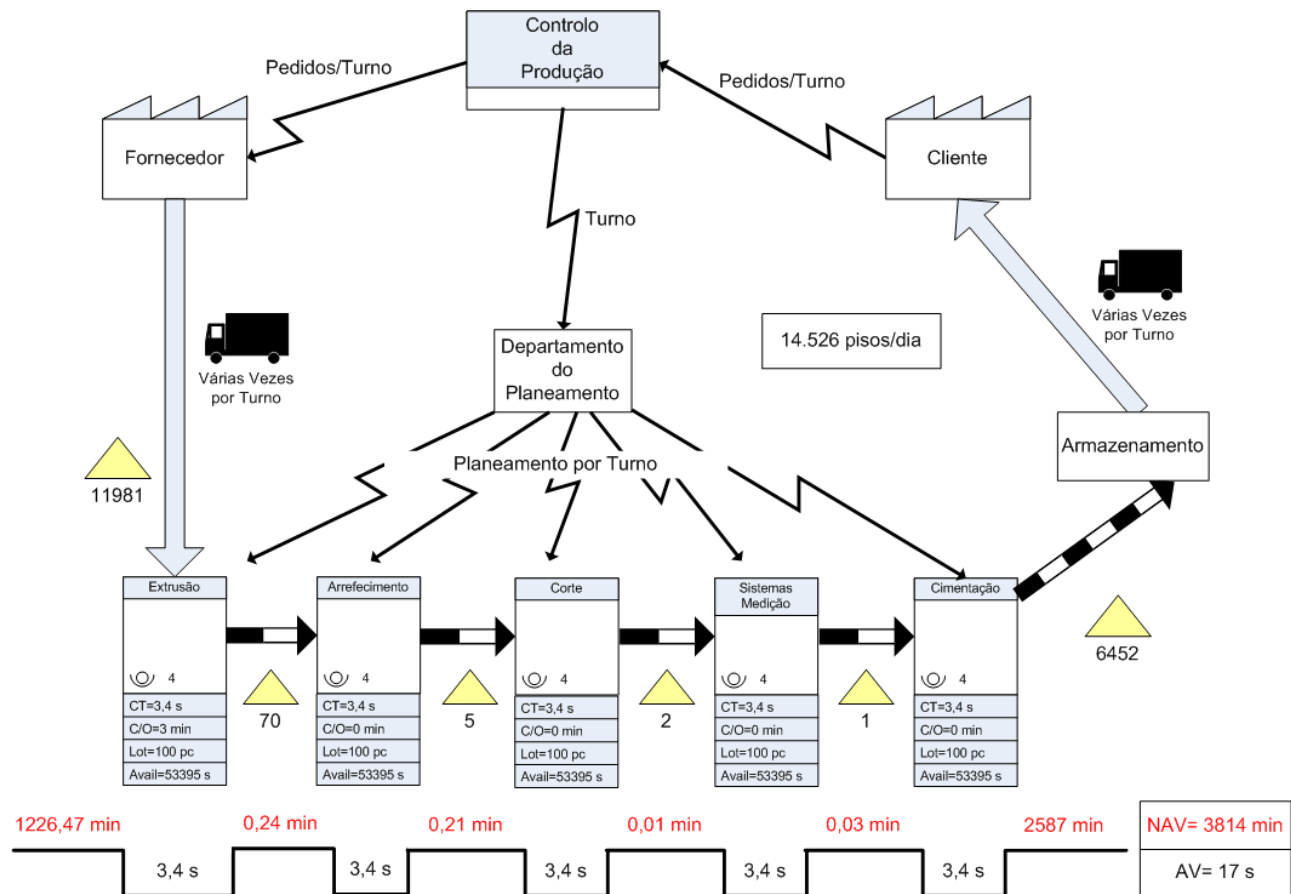


Figura 36 - VSM da Linha de Extrusão E04

Como se pode evidenciar pela Figura 36 a linha E04 foi dividida em cinco zonas, sendo que todos os fluxos de informação que envolvem este processo são processados por via eletrónica e ocorrem durante o turno de trabalho.

Inicialmente a matéria-prima (mesas de borracha) para a extrusão é transportada desde o seu fornecedor, a misturação, através de um empilhador. Como matéria-prima adicional tem-se ainda as garrafas de tinta, oriundas do armazém de sobressalentes. A média destas duas matérias-primas armazenadas em stock equivale a 11.981 pisos. Estas matérias-primas desde que saem do seu fornecedor até que começam a ser processadas na extrusão demoram em média 1.226,47min.

Como referido anteriormente, este posto de trabalho contempla com 4 colaboradores, sendo que estes não têm uma atividade específica definida, ou seja, podem operar nos diversos processos, daí estarem 4 operadores em todos os processos.

Nesta ferramenta, todos os processos contêm quatro tipos de informações diversas, sendo elas o tempo de ciclo (CT), o tempo de *setup* (C/O), o tamanho do lote (Lot) e o tempo disponível da máquina (Avail).

Visto que os pisos são transportados através de passarelas, pela linha de extrusão, o tempo de ciclo será igual para todos os processos. Estas contêm uma velocidade de 33m/min e cada piso contém 1,847m, originando então um CT de 3,4s por piso.

O C/O foi determinado através de cronometragem, pois esta foi a técnica utilizada pelo autor para a recolha de tempos neste projeto.

Quanto ao lote, em média a capacidade de armazenamento nos carros de pisos equivale a 100 pisos.

Relativamente ao tempo disponível da máquina, este valor obtém-se multiplicando o tempo total de trabalho (1.440min/dia) pela eficiência do equipamento (61,8%), o que perfaz um total de 890min/dia, ou seja, 53.395s/dia.

Até ao processo de corte, o produto é contínuo, sendo que só após o corte é que o piso passa a produto discreto. Após a cimentação, os pisos são transportados para um parque, para posteriormente serem levados para o seu cliente, neste caso, a construção. Em média, no parque existem 6.452 pisos oriundos da E04 e estes desde que saiem da linha de extrusão até serem consumidos na construção ficam parados durante cerca de 2587min.

Por fim, é possível verificar que o tempo de processamento que não acrescenta valor é muito superior ao que acrescenta, neste caso uma diferença de 3.814min para 17s. Este resultado, revela que de facto esta linha precisa de intervenção.

4.2.2.6 WID

Além do VSM, foi utilizada outra ferramenta de representação para a linha de extrusão 4, sendo a ferramenta escolhida o WID. Tal como no caso do VSM, para o WID foi utilizado como piso de referência, o piso inerente ao pneu mais vendido em 2010.

Foi necessária a utilização de um piso de referência, pois o produto até à atividade de corte é de natureza contínua e após o corte é de natureza discreta, sendo que a contabilização do WIP em cada atividade exigiu dois métodos diferentes. Após o corte é suficiente contabilizar os pisos que lá existem, mas antes do corte, o autor, ao comprimento de produto dividiu pelo comprimento do piso de referência, para assim conseguir a mesma escala de WIP nas duas situações.

O WID associado à Linha de Extrusão E04 está ilustrado na Figura 37.

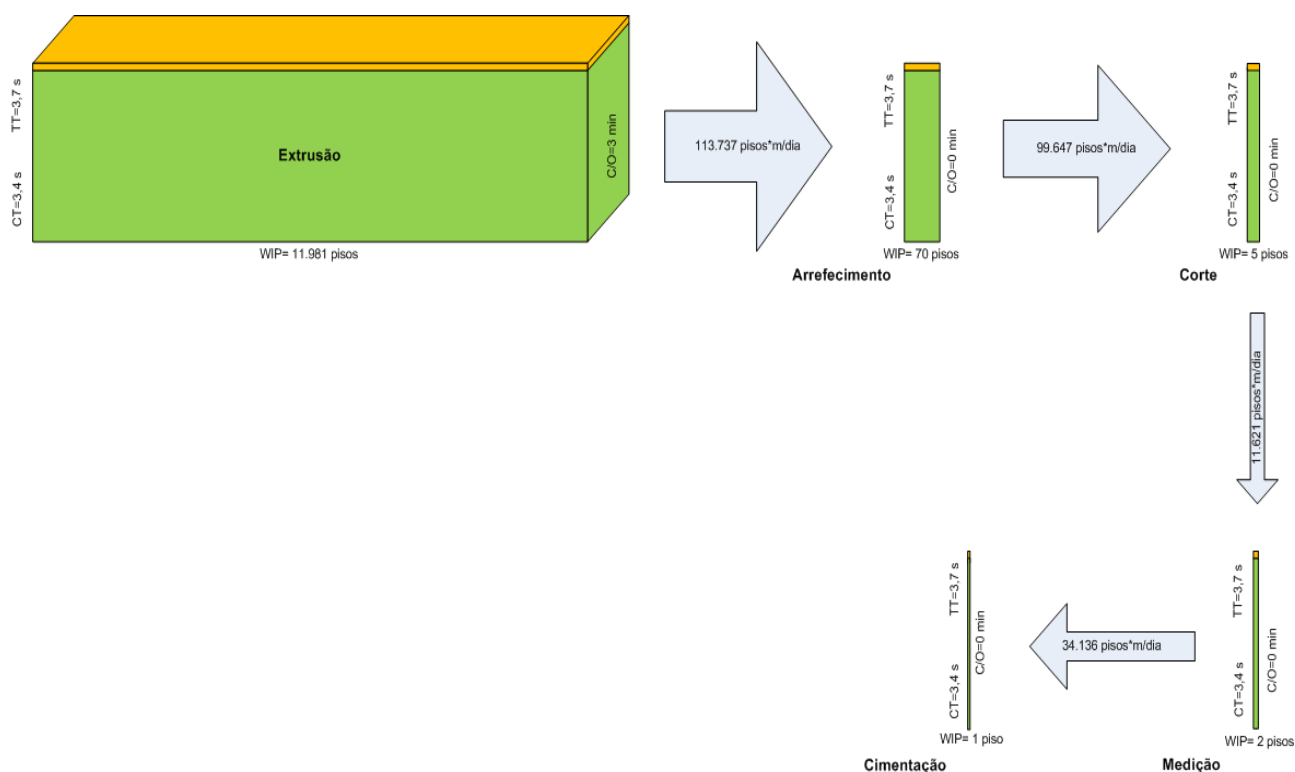


Figura 37 - WID da Linha de Extrusão E04

Como referenciado na revisão da literatura, em cada posto de trabalho, ou seja, em cada bloco, existem quatro variáveis diversas, sendo elas: o TT, o CT, o WIP e o C/O.

Para se obter o TT da linha, é necessário dividir o tempo disponível da máquina (53.395s) pela procura diária, que neste caso corresponde a 14.526 pisos. Assim sendo, a E04, apresenta um TT de 3,7s/piso.

Visto que o piso de referência utilizado é o mesmo, tanto no VSM, como no WID, o CT e o C/O são iguais, o que perfaz um CT de 3,4s para toda a linha e um C/O de 3min para a primeira atividade.

Para que os pisos passem de um posto de trabalho para o seguinte é necessário que exista transporte, sendo que este é representado por setas e tem como unidade de medida pisos*m/dia. Este transporte é todo efetuado através de passarelas, em que para a determinação deste transporte entre as diversas atividades, basta multiplicar a procura diária, ou seja, 14.526 pisos, pela distância que é necessária para transportar o produto de uma atividade para a seguinte.

Através da Figura 37 é possível retirar diversas conclusões sob o processo em questão, sendo que delas destacam-se:

- Nas mudanças de produto, apenas a atividade de extrusão necessita de gastar tempo, sendo que nas outras atividades o tempo gasto é insignificante;

- O posto de trabalho extrusão é o mais crítico em termos de WIP, e por conseguinte em tempo de processamento, no entanto, esta quantidade de WIP consegue apenas abastecer a linha cerca de 20h, não sendo o suficiente para abastecer um dia de trabalho completo;
- Relativamente ao transporte, entre a extrusão e o arrefecimento, é onde se verifica um esforço maior, sendo este de 113.737 pisos*m/dia.

4.2.3 Síntese de Problemas

Nesta seção apresenta-se uma síntese dos principais problemas identificados pelo autor durante a fase de análise da linha de extrusão de pisos, sendo eles:

- **Incorreta execução dos *setups*:** relativamente aos *setups*, a pouca documentação existente sobre este assunto, não é adequada e, consequentemente, os operadores não os executam corretamente. Desta incorreta execução, salienta-se a ocorrência de operações internas, que poderiam ser efetuadas já com máquina em funcionamento (ou seja, como operações externas). Destas operações destacam-se a limpeza da fieira e pré-fieira da medida anterior e a arrumação das mesmas no respetivo local.

Como é possível evidenciar na Figura 38, durante um *setup* (extrusoras paradas) o operador está a arrumar a fieira da medida anterior no respetivo armário, podendo esta ser colocada na mesa de ferramentas e após o operador arrancar com a linha, aí sim, arrumava a fieira no armário.



Figura 38 – Exemplo de *Setup* da Linha de Extrusão E04

- **Grande quantidade de perturbações:** como foi possível evidenciar, nos subcapítulos anteriores, as perturbações referentes a este processo, representam uma enorme parcela da produção e ocupação total desta linha de extrusão (Figura 39), sendo estes verificados tanto a nível de tempo gasto como de produtos fora do especificado.



Figura 39 – Pisos Fora do Especificado da Linha de Extrusão E04

- **Desorganização no posto de trabalho:** Esta linha de extrusão está desorganizada. Destacam-se equipamentos e armários obsoletos e não ergonómicos para os colaboradores (linha 1), falta de algumas condições de higiene e segurança e desarrumação de materiais (linha 2). Na Figura 40 são ilustradas algumas destas situações enunciadas.



Figura 40 - Desorganização da Linha de Extrusão E04

- **Excesso de colaboradores no processo:** Uma das tarefas deste estudo efetuado à extrusão de pisos, consistia numa análise de ocupação humana relativamente a este processo. Os gestores desta empresa já tinham perceção de que neste posto de trabalho existiam demasiados colaboradores, pois é algo que se podia verificar apenas observando o decurso de funcionamento desta linha e também em comparação com outras empresas do grupo Continental se percebia que, aqui em Portugal, na extrusão de pisos se consumia uma maior quantidade de recursos humanos.

Este estudo foi realizado pelo autor deste projeto e como demonstrado anteriormente, para a linha de extrusão de pisos, efetivamente existe um excesso de operadores.

Visto que um dos objetivos deste projeto consiste em apresentar propostas que visem a melhoria deste processo, no capítulo seguinte são apresentadas melhorias para eliminar os problemas descritos no presente capítulo.

5 Propostas de Melhoria

No presente projeto, o principal objetivo é a apresentação de propostas que visem a melhoria do processo, recorrendo a ferramentas *Lean Manufacturing*.

Esta fase do projeto, foi a mais complexa, pois este processo já foi alvo de várias melhorias ao longo dos anos e esta organização aposta na melhoria contínua, premiando os mais diversos colaboradores que tiverem boas ideias para a otimização dos processos.

Como verificado no capítulo anterior, foram identificados diversos problemas relativamente à linha de extrusão, sendo que para combater estes mesmos problemas, o autor deste projeto apresenta algumas propostas de melhoria.

Destas propostas, demonstradas de seguida, enquadram-se o SMED, 5S e Gestão Visual e a Normalização do Método de Trabalho.

5.1 Aplicação da Metodologia SMED

A utilização desta metodologia permite a redução de vários desperdícios, sendo um deles, o excesso de produção, pois o SMED reduz o tempo improdutivo da linha, tendo como consequência o aumento de flexibilidade da mesma, o que contraria a necessidade de fabricação de produtos em maior quantidade do que é necessária ou antes do momento em que é necessária.

Relativamente ao desperdício de espera, visto que o SMED tem como objetivo a redução do tempo de *setup* (tempo em que a máquina não está a produzir), este desperdício também será claramente reduzido.

Face aos desperdícios de transporte e movimentos, visto que os *setups* são executados incorrectamente face a estas variantes e o SMED combate esta situação, permite assim a redução destes desperdícios.

Por último, o SMED também tem impacto no desperdício dos defeitos, pois este permite a redução dos produtos fora da especificação associados aos *setups*.

Tal como referido na revisão da literatura, esta metodologia é constituída por três fases, sendo elas a identificação e separação das operações internas e externas, a transformação das operações internas em operações externas e a melhoria sistemática das operações internas e externas.

Visto que os vários *setups* inerentes a este processo são executados de forma diferente, para a ilustração da aplicação desta metodologia neste contexto, será considerado um exemplo relativo ao tipo de *setup* mais utilizado durante o turno, ou seja, o IPOC (Capa).

Inicialmente o autor efetuou um levantamento de todas as operações realizadas pelo operador, para a concretização de um *setup*. Neste levantamento, além das diversas operações envolvidas, foi também recolhida pelo autor, a distância percorrida pelo operador para a realização da respetiva operação, bem como o tempo que cada uma destas necessita para ser executada. Finalmente, o autor fez uma distinção entre estas operações, catalogando-as em internas ou externas.

Na Tabela 7 é então apresentado um exemplo de um levantamento de todos os dados referenciados anteriormente, relativo a um *setup*.

Tabela 7 - Operações no Setup

#	Actividades	Descrição das Operações	Distância (metros)	Tempo (segundos)	Operação	
					Interna	Externa
1	Paragem das extrusoras	Descer a passadeira na zona da cabeça	0	8	x	
2		Abrir as cunhas	0	5	x	
3		Destruvar a cassette	0	4	x	
4		Deslocação à mesa de ferramentas	1,42	2	x	
5	Mudança da Feira e Pré-Feira	Pegar na espátula	0	1	x	
6		Deslocação à cabeça	1,94	2	x	
7		Puxar a cassette	0	3	x	
8		Retirar excesso de borracha na cabeça	0	10	x	
9		Atirar excesso de borracha	0	1	x	
10		Deslocação à mesa de ferramentas	0,94	1	x	
11		Pousar a espátula	0	1	x	
12		Pegar na chave	0	1	x	
13		Deslocação à cassette	0,94	1	x	
14		Destruvar a fieira	0	1	x	
15		Retirar a fieira	0	1	x	
16		Deslocação à mesa de ferramentas	0,94	1	x	
17		Pousar a chave	0	1	x	
18		Retirar excesso de borracha na fieira	0	1	x	
19		Atirar excesso de borracha	0	1	x	
20		Limpar a fieira manualmente	0	1	x	
21		Deslocação à prateleira das feiras/pré-feiras	2,7	2	x	
22		Colocar a fieira no respectivo local	0	1	x	
23		Deslocação à mesa de ferramentas	2,7	2	x	
24		Pegar na chave	0	1	x	
25		Deslocação à cassette	0,94	1	x	
26		Destruvar a pré-fieira	0	2	x	
27		Retirar a pré-fieira	0	1	x	
28		Deslocação à mesa de ferramentas	0,94	1	x	
29		Pousar a chave	0	1	x	
30		Retirar excesso de borracha na pré-fieira	0	3	x	
31		Atirar excesso de borracha	0	1	x	
32		Retirar excesso de borracha na pré-fieira	0	2	x	
33		Atirar excesso de borracha	0	1	x	
34		Deslocação à prateleira das feiras/pré-feiras	2,7	2	x	
35		Colocar a pré-fieira no respectivo local	0	1	x	
36		Deslocação à mesa de ferramentas	2,7	2	x	
37		Pegar na chave	0	1	x	
38		Pegar na nova pré-fieira	0	1	x	
39		Deslocação à cassette	0,94	1	x	
40		Colocar a nova pré-fieira	0	1	x	
41		Travar a nova pré-fieira	0	1	x	
42		Deslocação à mesa de ferramentas	0,94	1	x	
43		Pousar a chave	0	1	x	
44		Pegar na nova fieira	0	1	x	
45		Deslocação à cassette	0,94	1	x	
46		Colocar a nova fieira	0	1	x	
47		Travar a nova fieira	0	1	x	
48		Empurrar cassette à cabeça	1,19	3	x	
49		Arranque das extrusoras	Deslocação à mesa de ferramentas	1,94	2	x
50	Pousar as luvas		0	1	x	
51	Deslocação ao painel de comandos		1,42	1	x	
52	Travar a cassette		0	3	x	
53	Fechar as cunhas		0	4	x	
54	Subir a passadeira na zona da cabeça		0	8	x	
55	Mudar a receita	0	1	x		
56	Iniciar as extrusoras	0	5	x		
57	Manuseamento e Encaminhamento da Borracha	Deslocação à mesa de ferramentas	1,42	1		x
58		Pegar nas luvas	0	2		x
59		Deslocação à zona da cabeça	1,94	3		x
60		Limpar a zona da cabeça manualmente	0	2		x
61		Puxar a ponta da borracha para a passadeira	0	4		x
62		Manusear a ponta da borracha	0	11		x
63		Deslocação à zona das linhas coloridas	5,69	6		x
64		Colocar a ponta da borracha na segunda passadeira	0	1		x
65		Deslocação ao local de descida do suporte das linhas coloridas	2,15	2		x
66		Descer o suporte das linhas colordas	0	1		x
67		Deslocação ao final da segunda passadeira	2,16	3		x
68		Colocar a ponta da borracha na passadeira superior	0	1		x
69	Acertar as linhas coloridas	Deslocação à zona das linhas coloridas	4,31	3		x
70		Acertar as linhas coloridas	0	10		x
71		Verificar as distâncias das linhas coloridas	0	3		x
72		Acertar as linhas coloridas	0	3		x
TOTAL			43,9	166		

Após o levantamento efetuado pelo autor, este analisou cuidadosamente todas as operações a fim de constatar quais as operações internas, ou seja, operações realizadas quando a máquina está parada, que o colaborador possa efetuar com a máquina em andamento, para que posteriormente estas operações internas sejam transformadas em operações externas, reduzindo assim o respectivo tempo de setup.

Como último ponto da aplicação de SMED, tem-se melhoria sistemática das operações internas e externas, sendo que neste caso foi proposta uma melhoria relativamente ao suporte de tintas (Figura 41), que tem impacto numa atividade, neste caso um conjunto de operações externas, que é o acertar as linhas coloridas.

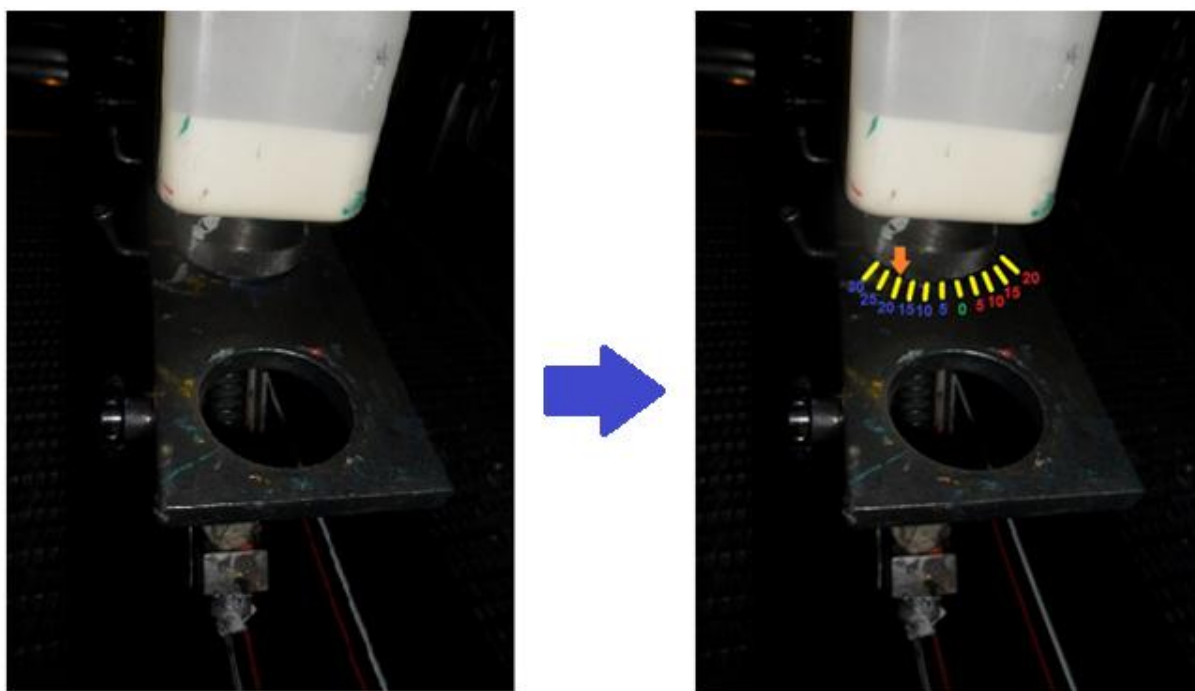


Figura 41 - Suporte Tintas (Situação Atual vs Proposta Melhoria)

Como é possível evidenciar na Figura 41, esta melhoria passa pela criação de marcas no suporte, para assim o operador ter uma melhor percepção de como colocar os frascos de tinta.

Nesta linha de extrusão existem dois suportes, isto para que o operador possa preparar durante um tipo piso, as linhas coloridas para o piso seguinte, ganhando desta forma tempo e reduzindo a criação de produtos com defeito.

A todo o momento, o colaborador sabe qual a posição de cada linha colorida, ou seja, de cada frasco de tinta. Esta posição é dada relativamente ao centro do piso, por exemplo, no caso ilustrado na Figura 41 existem duas linhas vermelhas e duas brancas, sendo que as vermelhas têm de estar a 15mm do centro piso e as brancas a 20mm, respetivamente para a direita e esquerda do centro.

Visto que o colaborador sabe a posição das linhas coloridas, ele atualmente coloca os frascos de tinta no suporte “a olho”, guiando-se este pelo dispositivo que entra em contacto com o piso, o bico. Após esta colocação, quando este piso entrar em produção, o suporte baixa e o operador com uma fita métrica verifica se as distâncias das linhas coloridas estão corretas e vai ajustando os diversos frascos de tinta até as linhas coloridas estarem de acordo com as especificações.

Enquanto este ajuste é efetuado e os pisos não contêm as distâncias corretas das linhas coloridas, estes são rejeitados e considerados produtos com defeito, representando assim uma fonte de desperdício para a organização.

Relativamente à melhoria, esta consiste em dois passos:

1. Marcar no dispositivo do frasco da tinta posição a que o bico se encontra, ou seja, a posição onde a tinta sai do frasco (representado por uma seta laranja);
2. Marcar no próprio suporte a posição das respectivas distâncias ao centro do piso (neste caso marcar as distâncias de 5 em 5 mm desde a esquerda para a direita, do centro, com cores vermelho e azul respetivamente e marcando o centro com o valor 0, neste caso a verde).

Assim sendo, o operador já sabe a posição correta a que tem de colocar os frascos de tinta para que as linhas estejam de acordo com as especificações, eliminando assim ajustes efetuados.

Por exemplo, se uma linha colorida tem de estar a 20mm para a direita do centro, o operador pega no frasco de tinta, coloca-o no suporte e sabe que tem de rodar o frasco até que a marca, neste caso a seta laranja), esteja na posição de 20mm. Então quando o suporte descer, todos os frascos de tinta já estão na posição correta, o colaborador só tem que se preocupar em colocar a posição 0 do suporte com o centro do piso, pois este é variável de piso para piso. Isto faz com que se evitem assim possíveis ajustes nas linhas coloridas, ou seja, elimina assim a criação de desperdício para a empresa.

Após todos estes passos do SMED, foi de seguida efetuada uma normalização dos procedimentos relativos ao *setup*, sendo esta normalização ilustrada na Tabela 8.

Tabela 8 - Normalização dos Procedimentos no Setup

#	Actividades	Descrição das Operações	Distância (metros)	Tempo (segundos)	Operação	
					Interna	Externa
1	Paragem das extrusoras	Descer a passadeira na zona da cabeça	0	8	x	
2		Abrir as cunhas	0	5	x	
3		Destravar a cassete	0	4	x	
4	Mudança da Feira e Pré-Feira	Deslocação à mesa de ferramentas	1,42	2	x	
5		Pegar na espátula	0	1	x	
6		Deslocação à cabeça	1,94	2	x	
7		Puxar a cassete	0	3	x	
8		Retirar excesso de borracha na cabeça	0	10	x	
9		Atirar excesso de borracha	0	1	x	
10		Deslocação à mesa de ferramentas	1,94	2	x	
11		Pousar a espátula	0	1	x	
12		Pegar na chave	0	1	x	
13		Deslocação à cassete	0,94	1	x	
14		Destravar a feira	0	1	x	
15		Retirar a feira	0	1	x	
16		Deslocação à mesa de ferramentas	0,94	1	x	
17		Pousar a feira	0	1	x	
18		Deslocação à cassete	0,94	1	x	
19		Destravar a pré-feira	0	2	x	
20		Retirar a pré-feira	0	1	x	
21		Deslocação à mesa de ferramentas	0,94	1	x	
22		Pousar a pré-feira	0	1	x	
23		Pegar na nova pré-feira	0	1	x	
24		Deslocação à cassete	0,94	1	x	
25		Colocar a nova pré-feira	0	1	x	
26		Travar a nova pré-feira	0	1	x	
27		Deslocação à mesa de ferramentas	0,94	1	x	
28		Pousar a chave	0	1	x	
29		Pegar na nova feira	0	1	x	
30		Deslocação à cassete	0,94	1	x	
31		Colocar a nova feira	0	1	x	
32		Travar a nova feira	0	1	x	
33		Empurrar a cassete à cabeça	1,19	3	x	
34		Deslocação ao painel de comandos	3,36	3	x	
35	Arranque das extrusoras	Subir a passadeira na zona da cabeça	0	8	x	
36		Travar a cassete	0	3	x	
37		Mudar a receita	0	1	x	
38		Fechar as cunhas	0	4	x	
39		Iniciar as extrusoras	0	5	x	
40	Manuseamento e Encaminhamento da Borracha	Deslocação à zona da cabeça	3,36	3		x
41		Puxar a ponta da borracha para a passadeira	0	4		x
42		Manusear a ponta da borracha	0	11		x
43		Deslocação à zona das linhas coloridas	5,69	6		x
44		Colocar a ponta da borracha na segunda passadeira	0	1		x
45		Deslocação ao local de descida do suporte das linhas coloridas	2,15	2		x
46		Descer o suporte das linhas coloridas	0	1		x
47		Deslocação ao final da segunda passadeira	2,16	3		x
48		Colocar a ponta da borracha na passadeira superior	0	1		x
TOTAL			29,79	104		

No caso deste *setup*, como se pode evidenciar pela Tabela 7 e Tabela 8 foi conseguida uma redução de 24 operações, ou seja, passou de 72 operações iniciais para 48 operações, correspondendo 17 a operações internas.

Esta redução foi alcançada através da conversão de operações internas a externas, execução simultânea e eliminação de operações.

Atualmente como operações internas realizadas pelos colaboradores, que podem ser realizadas após o *setup* estar concluído são:

- Retirar excesso de borracha na fieira/pré-fieira;
- Atirar/Pousar o excesso de borracha da fieira/pré-fieira;
- Deslocação à prateleira das fieiras/pré-fieiras;
- Colocar a fieira/pré-fieira no respetivo local;
- Deslocação à zona de mudança da fieira/pré-fieira.

Todas estas operações podem ser realizadas fora do *setup*, pois o limpar e arrumar a fieira e pré-fieira que foi utilizada na medida anterior não acrescenta nenhum valor ao *setup*. Contrariamente, só implica a que o *setup* será mais demorado, ou seja, aumenta o tempo improdutivo da máquina. Em média, por *setup*, estas operações representam aproximadamente 25s de tempo perdido.

Como execução simultânea de operações existem dois casos similares. O primeiro é quando o colaborador desce a passadeira na zona da cabeça, abre as cunhas e posteriormente destrava a cassette. Só assim é possível que o operador retire a cassette e possa mudar a fieira e pré-fieira.

O segundo caso, é quando após a mudança de fieira e pré-fieira estar concluída, o colaborador tem de travar a cassette, fechar as cunhas, subir a passadeira e mudar a receita (inserir o código do seguinte produto).

Nestes casos, o colaborador apenas executa uma operação quando a anterior estiver terminada. No entanto, todas estas operações podem ser realizadas em simultâneo. Visto que a operação mais demorada é a subir/descer a passadeira na zona da cabeça, enquanto esta se realiza o operador pode executar as outras em simultâneo. Isto permite um ganho de 16s em cada *setup*.

Por último, através da proposta de melhoria dos suportes de tinta, é possível eliminar toda a atividade, acertar as linhas coloridas, ou seja, a operação verificar as distâncias das linhas coloridas, até então realizadas com o auxílio da fita métrica e a operação, acertar as linhas coloridas. Visto que, as tintas já estão colocadas no suporte, no sítio correto antes de entrarem em contacto com o piso, é assim possível, esta eliminação. Isto permite uma diminuição no tempo de *setup* de 19s.

Assim sendo, relativamente a este *setup*, é possível um ganho de aproximadamente 1min no seu tempo de execução.

Além da redução do tempo de *setup*, a aplicação do SMED terá também impacto nas movimentações dos colaboradores durante as mudanças. Tal como o tempo dispendido, as movimentações serão reduzidas, pois serão efetuadas menos operações, sendo na Figura 42 apresentada a diferença nas movimentações para o respetivo *setup*.

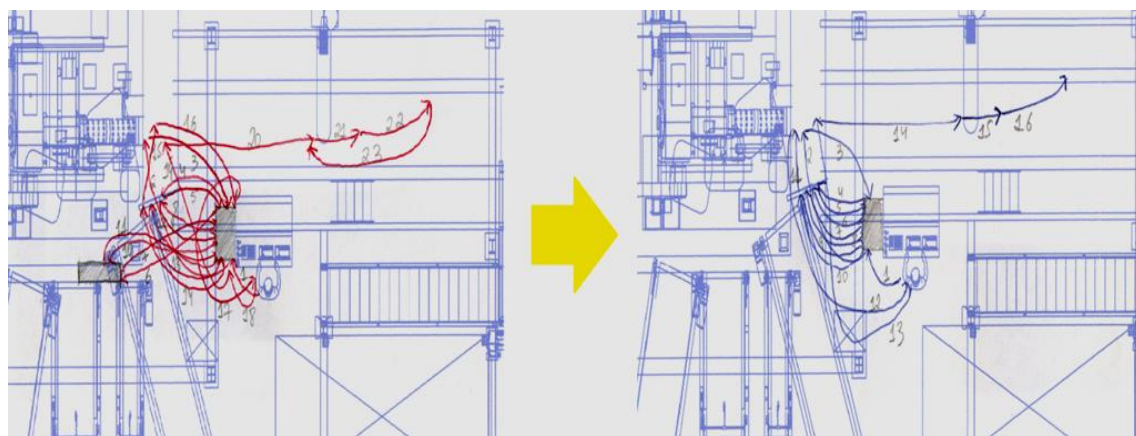


Figura 42 - Movimentações (Método Atual vs Método Normalizado)

Através da Figura 42, é possível evidenciar uma clara redução de movimentações, neste caso de 23 para 16.

Como referido anteriormente, conseguiu-se uma redução de 24 operações com a aplicação da metodologia SMED. Então, reduzindo-se operações para a execução do *setup*, como consequência ter-se-á também uma diminuição nas movimentações dos colaboradores. Com esta melhoria, é possível um decréscimo nas movimentações na ordem dos 15m neste *setup*.

O SMED, além do impacto no tempo e nas movimentações dos *setups*, afeta também a quantidade de produção de pisos. Esta quantidade será alvo do SMED em dois aspetos, diminuição de produtos com defeito e aumento na quantidade de pisos produzidos.

A diminuição de produtos com defeito, deve-se ao fato da proposta de melhoria, relativa aos suportes de tintas eliminarem os ajustes nas linhas coloridas. Atualmente, enquanto estes ajustes não estavam finalizados, os pisos que iam sendo produzidos eram considerados como produtos com defeito e eram rejeitados. Assim, com o SMED a produção destes pisos deixa de existir, o que permite a eliminação de uma fonte de desperdício.

Por outro lado, como o SMED reduz o tempo improdutivo da linha, então, aumenta o tempo produtivo da mesma. Assim sendo, a linha terá mais tempo disponível para a produção de pisos, o que implicará maior quantidade de pisos fabricados.

A análise detalhada dos resultados da aplicação do SMED é apresentada no capítulo de Análise de Resultados.

5.2 Aplicação da Metodologia 5S e da Gestão Visual

Seguidamente ao SMED é apresentada uma proposta de melhoria envolvendo os 5S e a Gestão Visual. Estas duas ferramentas *Lean* são abordadas em conjunto, pois estas metodologias complementam-se entre si. Para que um posto de trabalho esteja limpo e organizado, este também deve possuir gestão visual, pois esta ferramenta facilita as atividades que têm de ser executadas pelos colaboradores, neste caso para a limpeza, organização do posto de trabalho e para o próprio método de trabalho.

Da mesma forma que a aplicação do SMED, a implementação dos 5S e da Gestão Visual, permite a redução de vários desperdícios. Dentro deles destacam-se o inventário, pois com uma correta organização dos materiais torna-se desnecessária a existência de tantos materiais em armazenamento.

Existe também uma diminuição da espera, pois devido à gestão visual, por exemplo, o operador sabe se um material está quase a acabar e assim pode requisitar ao fornecedor para repor o mesmo. Assim, não é necessário, que o colaborador esteja parado à espera deste material, o que acontece várias vezes quando o posto de trabalho está desorganizado e não contem formas de gestão visual.

Por último, estas ferramentas reduzem desperdícios de transporte e de movimentação, pois os materiais estão corretamente organizados e assinalados. Isto possibilita aos colaboradores efetuarem apenas, o transporte e movimentos necessários para o manuseamento desses materiais.

O autor deste projeto, através de um reconhecimento da área para possível aplicação destas ferramentas, encontrou vários problemas. Para a resolução destes, baseou-se em quatro pontos, sendo eles descritos de seguida.

1. Retirar equipamentos

Este ponto, consiste em retirar todos os equipamentos do posto de trabalho, que não se encontrem ajustados a um correto manuseamento por parte dos colaboradores pertencentes à linha de extrusão de pisos.

Na Figura 43 são ilustrados alguns dos equipamentos a retirar do posto de trabalho.

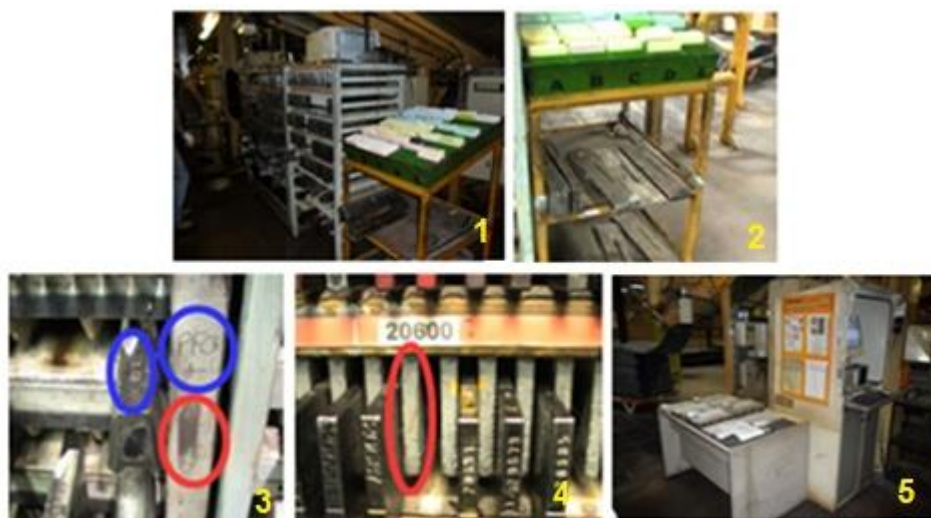


Figura 43 - Armário da rastreabilidade (1 e 2), armário das fieiras e pré-fieiras (1,3 e 4), PC SAP e mesa das capas das especificações (5)

Neste ponto, pretende-se retirar o armário da rastreabilidade, fieiras e pré-fieiras, PC SAP e a mesa das capas das especificações.

Pretende-se que toda aquela zona fique livre, para assim os colaboradores terem ampla visão para as mesas de borracha e passadeiras de alimentação das extrusoras, podendo assim, detetar mais rapidamente possíveis problemas. O armário da rastreabilidade seria retirado, pois não existe necessidade de um armário tão pesado, para o efeito que tem, ou seja, de conter as etiquetas das mesas de borracha que são consumidas ao longo do mês.

Relativamente ao armário das fieiras e pré-fieiras, este também seria retirado pois apresenta diversos problemas, ao nível do armazenamento das ferramentas, como ilustrado na Figura 43.

Como é possível evidenciar, existe falta de espaço no atual armário, sendo por isso necessário armazenar as fieiras em locais impróprios (neste caso, no armário da rastreabilidade), o que pode levar à danificação destas mesmas ferramentas. Ainda se pode observar que as ferramentas não coincidem com o especificado no armário (neste caso, na fila está indicado que deveriam estar apenas pré-fieiras ligadas ao grupo PFCB, mas na realidade está uma pré-fieira pertencente ao grupo PLCB). Também existem situações, em que não se reconhece qual o grupo de pré-fieiras a colocar. Os separadores das fieiras são muito largos (dimensão igual à de uma fieira), o que faz com que o armário ocupe demasiado espaço.

Quanto ao PC das ordens de produção, estas embutidas no software SAP, retirar-se-ia todo o armário envolvente, visto que ocupa imenso espaço. Seria também retirada a mesa das capas das especificações, pois como se pode verificar pela Figura 43, não é nada ergonómica para os colaboradores.

Além destes, na zona da cabine de extrusão existem outros equipamentos a ser retirados, ilustrados na Figura 44.



Figura 44 - Mesa das fiação e pré-fiação seguintes (1), mesa de ferramentas (2), mangas de extrusão (3), equipamentos obsoletos (4 e 5), caixas de tintas (6) e mesa das tintas (7)

A maioria dos colaboradores utiliza uma pequena mesa (ilustrada na Figura 44) para colocar os pares de fiação e pré-fiação correspondentes às medidas que entrarão em produção de seguida. Isto, fornece aos operadores margem de segurança, pois se por algum motivo, tiverem ocupados a resolver problemas, não terem de se preocupar em procurar a fiação e a pré-fiação para essa medida. O problema desta mesa, é o fato de não ser nada ergonómica para os colaboradores, sendo por isso necessária a sua remoção.

Na atual mesa de ferramentas, os utensílios estão todos espalhados e desarrumados. Isto leva a que o tempo de mudança seja maior e visto que este tempo deve ser reduzido o máximo possível, é conveniente substituir esta mesa.

Seria também necessário substituir as mangas da linha de extrusão, pois como é possível verificar pela Figura 44, estão todas pretas e rotas. Estas mangas têm como função reter o fumo que advém da linha e não o deixar passar para os colaboradores, sendo que neste estado elas não desempenham corretamente a sua função.

Nesta linha de extrusão, existem diversos equipamentos que já não se encontram em funcionamento, sendo então preferível, retirar estes mesmos equipamentos. Na Figura 44 encontram-se ilustrados, dois exemplos deste caso.

Relativamente à quantidade de caixas de tintas em inventário, não existe necessidade de conter toda esta quantia, pois existe o risco de estas passarem o prazo de validade. Quanto ao suporte das tintas, este será deslocado, sendo que a mesa de apoio passa a ser desnecessária para o posto de trabalho.

Por último, existem mais equipamentos a ser retirados, estes localizados junto à lâmina de corte e na zona de desperdício, evidenciados na Figura 45.



Figura 45 - Cortina da lâmina de corte (1), armário do PC FIFO e armário do *printer* (2), armário dos rolos (3) e bancada do controlo de qualidade (4)

Visto que a cortina atual da lâmina de corte (à esquerda) se encontra em mau estado, seria preferível substituí-la por uma cortina mais robusta.

Não existe necessidade de utilização de três armários para o efeito. Um para o PC do sistema *First-In-First-Out* (FIFO) que garante que no parque dos carros de pisos o primeiro carro a entrar seja o primeiro a sair. Um para o *printer* (aparelho que imprime as etiquetas para colocar nos carros de pisos) e um para os rolos do *printer*. Seria preferível utilizar um armário apenas que reúna todos estes materiais, sendo por isso todos estes armários retirados.

Atualmente para se efetuar o controlo da qualidade dos pisos produzidos, existe apenas uma bancada, em que nesta, as capas respetivas a este controlo ficam todas desorganizadas, sendo por isso necessária a remoção da bancada.

2. Alterar equipamentos atuais

Relativamente a alterações efetuadas em equipamentos atuais, são apresentados dois casos distintos. O primeiro consiste na mudança de lugar do PC SAP e da impressora, sendo que esta nova disposição pode ser evidenciada na Figura 46.



Figura 46 - PC SAP

Como referido anteriormente, o armário do PC SAP seria retirado. Posto isto, existe uma necessidade de organização deste PC, em que o CPU seria colocado na zona C e na zona B seria colocado o monitor e o

rato. Quanto ao monitor, este seria ainda alterado para um LCD de 11', pois o atual, teria como consequência menos espaço de visão para o equipamento, podendo levar a um aumento das perturbações.

A impressora, que até então estava situada na zona B, deslocar-se-ia para a zona D, em que atualmente já existe um suporte para esta.

O segundo caso, corresponde ao suporte das garrafas de tintas, ilustrado na Figura 47.



Figura 47 - Suporte das garrafas de tinta e balança

Nesta caso, a proposta seria pintar o suporte das garrafas com as cores das respetivas tintas, segundo a seguinte configuração (5 vermelho, 4 azul, 5 amarelo, 4 castanho, 5 branco, 4 laranja, 5 verde, 4 rosa), isto para uma melhor perceção das cores a utilizar por parte do operador. Adicionalmente colocar-se-ia o suporte no local da balança e deslocar-se-ia a mesma para a esquerda, para assim o operador não ter que andar a fazer deslocações desnecessárias para colocar as tintas no suporte das linhas coloridas.

3. Colocar novos equipamentos

Face à remoção, é necessária a colocação de novos equipamentos, estes mais adequados ao manuseamento dos materiais por parte dos colaboradores. Na Figura 48 é possível observar uma proposta de dois novos armários.



Figura 48 - Armário das capas, TPM, informações, FIFO das tintas e rastreabilidade (1) e armário das feiras e pré-feiras (2)

Relativamente ao primeiro armário seriam agrupadas várias ferramentas, atualmente estão dispostos em diferentes armários, conseguindo-se assim uma enorme organização do posto de trabalho. A este armário estariam associadas as capas das especificações, as atividades do *Total Productive Maintenance* (TPM), algumas informações sobre o processo, um sistema FIFO para as garrafas das tintas e uma estante da rastreabilidade nas costas deste.

Importa realçar que este armário, constitui um exemplo face à gestão visual, pois todo ele contém diversos elementos alusivos a esta ferramenta *Lean*. Quanto ao sistema FIFO das garrafas de tintas, este consiste em colocar as garrafas por cima, sendo que elas caem com a força da gravidade e o colaborador tira por baixo, retirando assim sempre a mais antiga.

Esse sistema tem um pormenor de que, acima da altura de duas garrafas existe uma linha vermelha, o que permite ao operador verificar que quando chegar a essa linha, convém abastecer com mais garrafas. A marca foi colocada para duas garrafas, pois uma caixa de tintas traz seis garrafas e como cada coluna de tintas é composta por oito garrafas, quando chegar às duas garrafas, o colaborador sabe que tem que

abastecer com mais uma caixa. Visto que uma garrafa é suficiente para abastecer dois turnos e como existem até quatro linhas da mesma cor nos pisos, oito garrafas é o suficiente para abastecer um dia completo, sendo por isso que cada coluna teria capacidade para oito garrafas da mesma cor.

Como referido, a estante da rastreabilidade estaria nas costas deste armário e as capas das especificações seriam rebitadas no armário, para assim se poder eliminar a parte de cartão destas capas, o que levaria a um ganho de espaço.

Este armário teria ainda um espaço para colocar informações sobre o processo, bem como indicações TPM e um quadro, em que os colaboradores pudessem escrever algumas anotações rápidas sobre o trabalho a desempenhar.

Dado que, existe uma necessidade de otimizar o armazenamento de feiras e pré-feiras, para o autor do presente trabalho, seria vantajoso criar um armário para cada grupo de pré-feiras. Isto porque cada feira só está associada a uma pré-feira, mas uma pré-feira pode ter várias feiras alocadas. Assim, esta divisão é a mais indicada para o manuseamento destas ferramentas.

Visto que existem cinco grupos de pré-feiras, sendo eles o PFCB, PLCB, PFPL, PICL e PICC, mas sendo que destes, dois deles só contêm neste momento uma feira e pré-feira, não existe necessidade de se criarem armários para estes dois grupos, juntando-se estes com outro grupo.

Seriam então propostos três armários para armazenar estas ferramentas, sendo estes distinguidos por cores e utilizariam separadores mais finos, para assim se ganhar espaço. Uma proposta de possíveis armários é apresentada na Figura 48.

Como se pode evidenciar, estes três armários seriam então divididos por cores, consoante o grupo de pré-feiras. Afixado nos armários existiriam duas informações diversas, sendo que nas colunas estaria afixado o grupo de pré-feiras a que aquele armário está alocado e nas linhas estariam afixadas as feiras e as pré-feiras desse mesmo grupo. Atualmente as feiras variam de 20300 a 22100 e cada espaço de 5 feiras seria catalogada de 100 em 100, o que facilitaria o manuseamento por parte do operador.

Continuando na cabine de extrusão, existiram ainda três novas propostas, apresentadas na Figura 49.

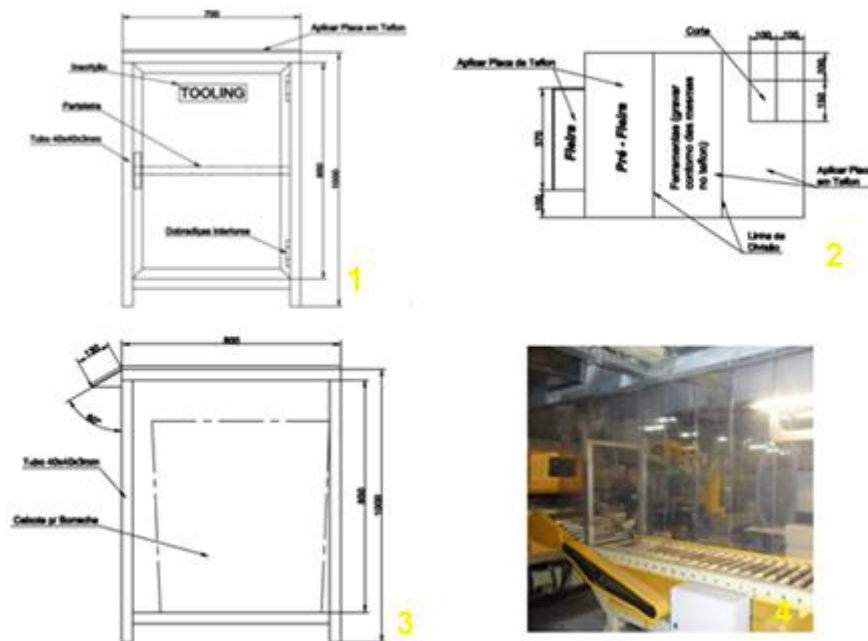


Figura 49 - Armário das fieiras, pré-fieiras seguintes e *tooling* (1), mesa de ferramentas (2 e 3) e mangas de extrusão (4)

Visto que a atual mesa das fieiras e pré-fieiras seguintes não é ergonômica, uma proposta seria, a de colocar um novo armário, ergonômico, que serviria para o mesmo efeito e ainda para guardar certas peças relativas à máquina (*tooling*).

Para que as ferramentas não estejam espalhadas pela mesa, pretende-se então, criar uma mesa em que exista um local definido para todas as ferramentas necessárias para a realização das mudanças. Adicionalmente teria ainda um espaço para se poder retirar o excesso de borracha associado à fieira e pré-fieira, caindo dentro de um contentor, reduzindo assim as deslocamentos dos colaboradores para efetuarem esta operação. Um possível exemplo desta nova mesa, pode ser evidenciado à direita na Figura 49.

Em relação às mangas da linha de extrusão, estas podem ser evidenciadas na Figura 49.

Por último, existem mais equipamentos a ser colocados, estes situados junto à lâmina de corte e na zona de desperdício, evidenciados na Figura 50.

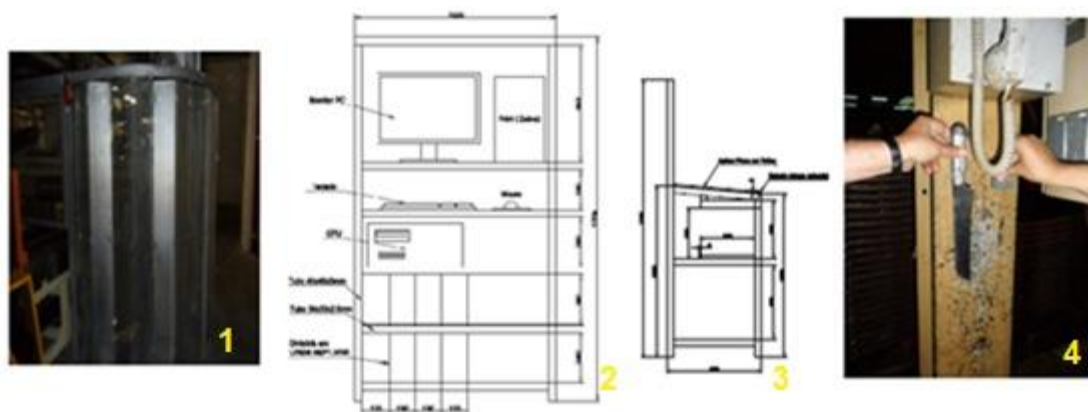


Figura 50 - Cortina da lâmina de corte (1), armário do PC FIFO, printer e rolos (2), bancada de controlo de qualidade (3), e suporte para faca e pedra (4)

Como referido anteriormente, visto que a cortina atual da lâmina de corte se encontra em mau estado, seria preferível substituí-la por uma cortina mais robusta, esta ilustrada na Figura 50.

Nesta figura é apresentado também um armário que consegue reunir todos os materiais, até então, espalhados por três armários, ou seja, PC FIFO, *printer* e rolos.

Para o controlo de qualidade dos pisos, é proposta uma pequena bancada onde se podem colocar as respetivas capas, como é possível evidenciar pela Figura 50.

Atualmente, a faca e a pedra utilizadas na lâmina de corte são colocadas no chão de fábrica. Para que isto não aconteça, seria necessária a utilização de uns suportes, como por exemplo, uns ganchos para segurar nestas ferramentas.

4. Organizar os equipamentos

Como último ponto, tem-se organizar os equipamentos. Nesta situação pretende-se organizar todos os utensílios, para uma melhor gestão e manuseamento por parte dos colaboradores da linha de extrusão.

Atualmente as mesas de borracha que servem para abastecer as extrusoras, são colocadas no chão da fábrica, como é possível verificar pela Figura 51.

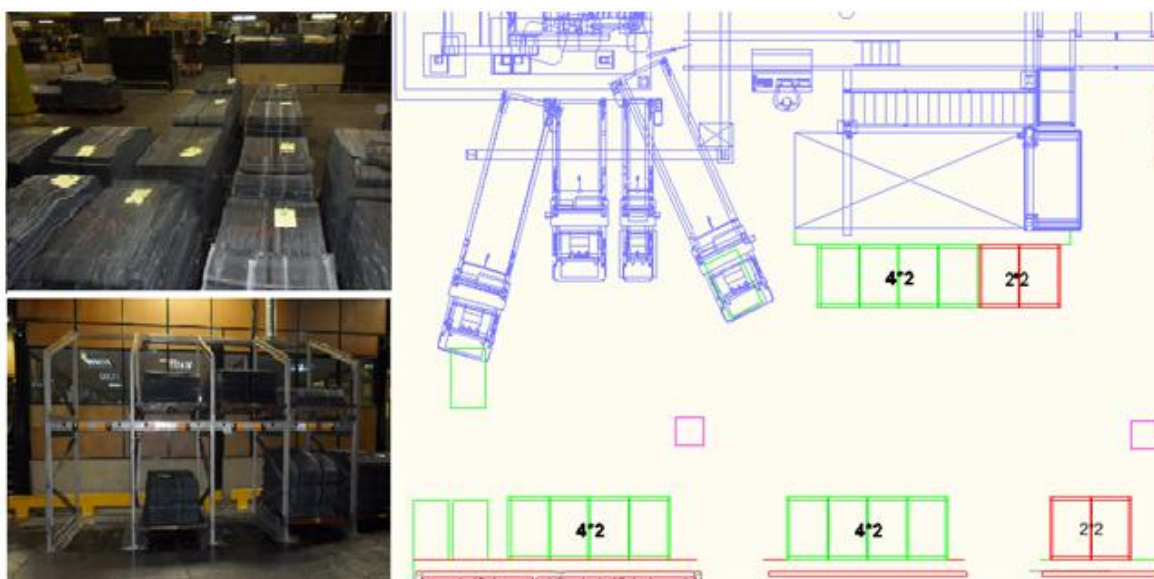


Figura 51 – Prateleiras para Mesas de Borracha

Isto implica que os colaboradores ao retirarem as mesas para abastecerem as extrusoras vão retirar sempre a última, tendo isto como consequências que as primeiras mesas, possam já estar com a validade de utilização expirada.

Assim sendo, o autor deste projeto propõe a utilização de prateleiras para aí colocar as respetivas mesas de borracha, sendo que este teve de determinar a posição a que estas prateleiras deviam estar. As prateleiras, bem como a posição mais adequada para a colocação destas é apresentada também na Figura 51. Neste desenho, a verde temos as prateleiras que existem noutros processos na fábrica e podem ser deslocadas a este posto de trabalho e a vermelho são as que é necessário comprar. Em suma, pode-se dizer que a colocação destas prateleiras trará diversos benefícios para a organização, dos quais se destacam a segurança para os colaboradores, a organização e a correta utilização das mesas de borracha.

Da mesma forma das mesas de borracha, as mesas de desperdício também necessitam de ser organizadas para assim facilitar a segurança para os colaboradores e o manuseamento destas mesas, sendo uma possível configuração apresentada na Figura 52.

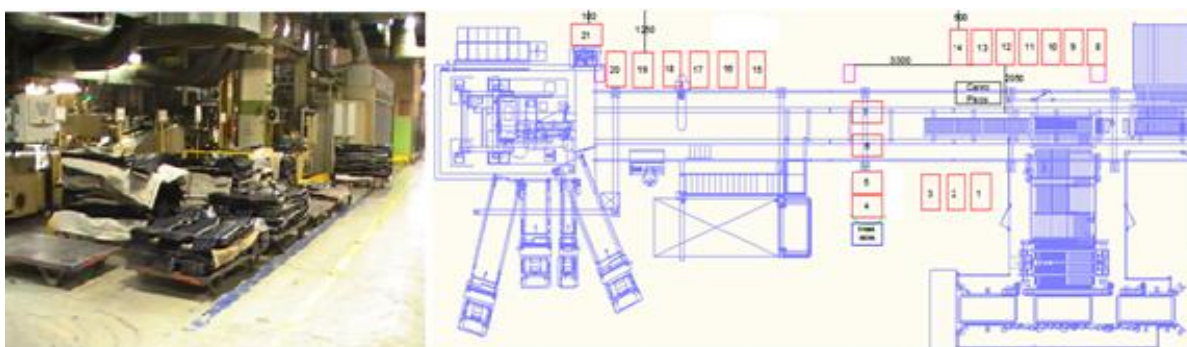


Figura 52 - Mesas de Desperdício

Finalmente após a colocação é necessário marcar no chão todos os armários, mesas de composto, mesas de desperdício e ferramentas, para assim os colaboradores saberem quais os locais destes equipamentos e não os mudarem constantemente de lugar.

Estes passos apresentados anteriormente, na filosofia 5S, representam as duas primeiras fases (organização e arrumação). Para a terceira etapa, a limpeza, a Continental Mabor já utiliza, no ponto de vista do autor, um bom método que pode ser evidenciado na Figura 53.



Figura 53 - Método de Limpeza

Estes objetos são colados em vários pontos da linha de extrusão, sendo que estes indicam que atividade deve ser efetuada (neste caso limpar e inspecionar) e quando deve ser executada esta tarefa. Já as cores representam os turnos que devem fazer essa mesma tarefa, sendo que assim os colaboradores sabem exatamente o que têm de fazer e quando.

Relativamente ao quarto passo dos 5S, uniformização, ou seja, estabelecimento de normas e instruções de modo a manter ordem e limpeza no posto de trabalho, para o autor, o mais adequado seria dar formação aos colaboradores intervenientes neste processo. Isto passaria por lhes explicar, como devem manusear as ferramentas e utilizar todos os novos equipamentos abrangentes por esta metodologia.

Finalmente, na última etapa desta ferramenta, disciplina, pretende-se que todos os colaboradores que usufruírem deste posto de trabalho mantenham e respeitem todas as mudanças efetuadas. Como no passo anterior isto consegue-se com formação aos colaboradores e também com empenho e disciplina por parte deles.

5.3 Normalização do Método de Trabalho

Relativamente à normalização do método de trabalho, esta incidiu em dois pontos neste projeto. O primeiro como evidenciado no subcapítulo Aplicação da Metodologia SMED corresponde à normalização do método de trabalho referente aos *setups*. Já o segundo ponto incide no método de trabalho durante toda a fabricação de pisos, sendo neste subcapítulo, abordado este ponto.

Como referido anteriormente, neste momento a linha de extrusão E04 é operada por 4 colaboradores: 2 operadores de máquina e 2 ajudantes.

Em teoria cada um destes colaboradores, deveria desempenhar funções diferentes, não sendo isto propriamente aplicado na prática. Na realidade, existem tarefas associadas aos 2 operadores e outras tarefas associadas aos ajudantes, em que eles tipicamente comunicam e auxiliam-se entre si.

Por exemplo, na cabine de extrusão, enquanto um operador está a realizar o *setup*, o outro operador de máquina organiza as mesas de borracha. No entanto, o operador que está a realizar o *setup*, por vezes organiza as mesas de borracha e o outro operador é que realiza o *setup*, não existindo assim tarefas específicas para cada colaborador.

Na Tabela 9 são apresentadas todas as tarefas passíveis de ser executadas pelos operadores, durante o horário de laboração.

Tabela 9 - Tarefas dos Operadores

Operadores de Máquina		
Nº	Tarefa	Descrição da Tarefa
1	VERIFICAR / TRATAR (DADOS, EQUIPAMENTO, PISO)	Verificar e/ou alterar valores PC
2		Acrescentar/ alterar receitas
3		Lançar produção/ desperdício / avarias
4		Verificar ordens de produção
5		Planejar produção diária
6		Planejar material necessário
7		Preencher a folha de produções
8		Entregar a folha de produções à chefia
9		Verificar distâncias linhas coloridas
10		Verificar se os equipamentos estão a funcionar correctamente
11		Verificar se o piso está dentro das especificações correctas
12	CUIDAR FERRAMENTAS	Recolher as ferramentas necessárias para o setup
13		Fazer manutenção às ferramentas
14		Colocar as ferramentas o mais próximo possível da zona de mudança
15		Trocar as tintas no suporte
16		Colocar código para piso seguinte videojet
17		Limpar ferramentas utilizadas
18	SETUP	Arrumar ferramentas utilizadas
19		Parar as extrusoras
20		Mudar a fieira e pré-fieira
21		Arrancar as extrusoras
22		Manusear e encaminhar a borracha
23	CUIDAR BORRACHA	Acertar as linhas coloridas
24		Cortar borracha
25		Descolar mesas borracha
26		Acelerar passadeira da alimentação
27	ORGANIZAR MESAS	Colocar borracha na passadeira de alimentação
28		Colocar borracha na tremonha
29		Organizar mesas de borracha
30		Retirar etiquetas das mesas borracha
31	DIALOGAR COM COLABORADORES	Assinar etiquetas das mesas borracha
32		Colocar no respectivo local as etiquetas das mesas borracha
33		Dialogar com os operadores
34		Dialogar com chefia

Relativamente a estas tarefas desempenhadas pelos operadores, teoricamente as três primeiras tarefas deveriam ser desempenhadas por um operador e as outras três pelo outro, sendo que a parte do diálogo é

simultânea. Já os ajudantes têm que desempenhar tarefas diversas dos operadores, sendo apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Tarefas dos Ajudantes

Ajudantes		
Nº	Tarefa	Descrição da Tarefa
1	REJEITAR	Rejeitar os pisos não conformes
2		Arrumar o desperdício nas respectivas mesas
3		Cobrir o desperdício com liner
4		Passar borracha no moinho
5		Organizar mesas desperdício
6	RETIRADA MANUAL	Retirar pisos manualmente para os carros
7		Transferir pisos de carros
8	VERIFICAR / TRATAR (DADOS, EQUIPAMENTO, PISO)	Verificar se os equipamentos estão a funcionar correctamente
9		Verificar se o piso está dentro das especificações correctas
10		Preencher a folha de auto-controlo
11	ROBÔ	Verificar e/ou alterar valores no PC do robô
12		Arranjar robô
13	CARROS PISOS	Abastecer robô com carros pisos vazios
14		Abastecer zona carros pisos manual
15		Retirar carros pisos cheios
16		Parquear carros pisos
17		Retirar folha identificação carros
18		Colocar nos respectivos carros as folhas identificação
19	DESLOCAR-SE À PONTA	Preparar a ponta final
20		Seguir a ponta/Esperar que chegue a ponta inicial
21		Cortar a ponta inicial
22		Colocar a borracha na lâmina de corte
23	DIALOGAR COM COLABORADORES	Dialogar com operadores
24		Dialogar com chefia

Quanto a estas tarefas, teoricamente as três primeiras tarefas deveriam ser desempenhadas por um ajudante e as outras três pelo outro, sendo que, também neste caso a parte do diálogo é simultânea.

Atualmente na organização já existe um método de trabalho, mas este é associado ao equipamento, ou seja, à linha de extrusão e não a cada colaborador.

Como referido no subcapítulo *Manning*, é possível a redução de 1 colaborador por equipa, relativamente a este posto de trabalho. Assim sendo, foi desenvolvido e proposto um método de trabalho suficientemente detalhado com 3 colaboradores para esta linha de extrusão, apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 - Método de Trabalho com 3 Colaboradores

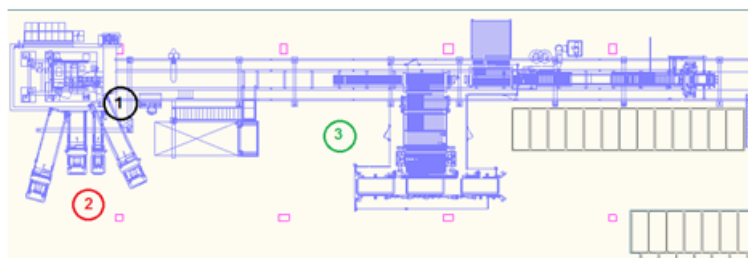
		Colaborador 1	Colaborador 2	Colaborador 3
1	Durante o <i>setup</i> na cabine	Mudar fieira e pré-fieira Manusear e encaminhar borracha Acertar linhas coloridas	Organizar mesas borracha Cuidar etiquetas	Abastecer robô com carros pisos vazios Retirar/Parquear carros pisos cheios Colocar folhas identificação carros Verificar se os equipamentos/pisos estão ok
2	Após o <i>setup</i>	Colocar código piso seguinte videojet Limpar/arrumar ferramentas utilizadas Preparar ferramentas seguintes Verificar se os equipamentos/pisos estão ok	Organizar mesas borracha Cuidar etiquetas	Abastecer robô com carros pisos vazios Retirar/Parquear carros pisos cheios Colocar folhas identificação carros Verificar se os equipamentos/pisos estão ok
3	Quando a ponta final passar no balanceiro no último tanque	Trocar tintas no suporte para piso seguinte Tratar produções (lançar e preencher folha) Verificar se os equipamentos/pisos estão ok	Deslocar-se à zona de desperdício e rejeitar fim de medida	Deslocar-se à lâmina corte para ajustar as pontas (final e inicial)
4	Quando as pontas passarem na lâmina de corte	Verificar se os equipamentos/pisos estão ok Deslocar-se à zona das extrusoras e organizar mesas borracha	Arrumar desperdício fim de medida Acertar valores robô	Ajustar as pontas (final e inicial)
5	Após o colaborador 3 ajustar as pontas	Deslocar-se à zona da cabine e verificar se os equipamentos/pisos estão ok	Deslocar-se à zona das extrusoras e organizar mesas borracha	Deslocar-se à zona de desperdício e arrumar o desperdício (início medida)
6	Durante a produção	Verificar se os equipamentos/pisos estão ok	Organizar mesas borracha Cuidar etiquetas Cortar/colocar borracha nas passadeiras de alimentação Cortar/colocar borracha nas tremonhas	Preencher folha auto-controlo Abastecer robô com carros pisos vazios Retirar/Parquear carros pisos cheios Colocar folhas identificação carros Verificar se os equipamentos/pisos estão ok

Durante a produção de cada tipo de pisos, existem situações que requerem grande atenção por parte dos colaboradores, o que originará uma necessidade e esforço de trabalho em equipa. No ponto de vista do autor, estas situações correspondem aos seis momentos que se evidenciam na Tabela 11.

De seguida, para uma melhor compreensão deste método, será explicado momento a momento, juntamente com as respetivas movimentações dos diversos colaboradores.

1. Durante o *setup* na cabine

Neste primeiro momento, correspondente ao *setup*, o colaborador 1 estaria na cabine de extrusão a realizar o *setup*, o colaborador 2 na zona das extrusoras a organizar as mesas de borracha e o colaborador 3 na zona de desperdício a cuidar dos equipamentos e dos pisos (Figura 54).

**Figura 54 – Movimentações dos Colaboradores (Momento 1)**

2. Após o *setup*

Após a mudança, os colaboradores manter-se-iam nas mesmas posições que no momento anterior (Figura 55), sendo que o colaborador 1 estaria a limpar/arrumar as ferramentas utilizadas na medida anterior, a preparar as necessárias para a medida seguinte e a verificar os equipamentos e pisos. Já o colaborador 2 e 3 continuariam a executar as mesmas tarefas.

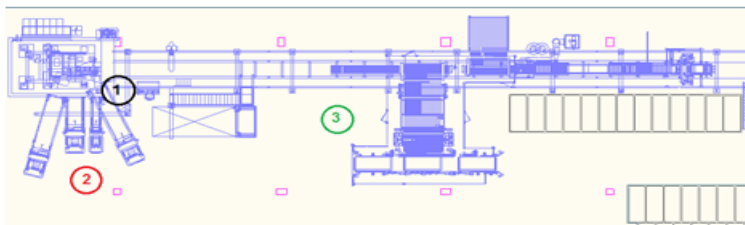


Figura 55 – Movimentações dos Colaboradores (Momento 2)

3. Quando a ponta final passar no balanceiro no último tanque

Nesta situação, o colaborador 1 manter-se-ia no mesmo local e teria como funções tratar das produções e verificar os equipamentos e pisos. Visto que o colaborador 3 teria de se deslocar à zona da lâmina de corte para ajustar as pontas, o colaborador 2 teria que se deslocar para a zona de desperdício e rejeitar o fim de medida (Figura 56).

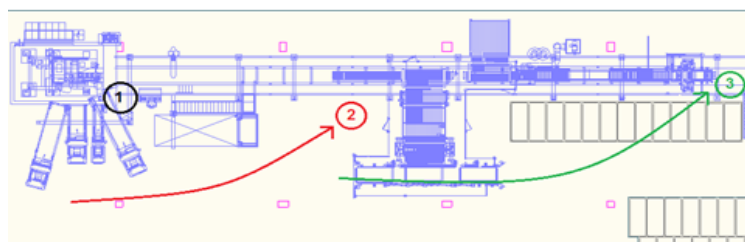


Figura 56 - Movimentações dos Colaboradores (Momento 3)

4. Quando as pontas passarem na lâmina de corte

Após o momento anterior, o colaborador 3 ajusta a ponta final e permaneceria na zona da lâmina de corte à espera de ajustar também a ponta inicial. O colaborador 2 manter-se-ia no mesmo local a arrumar o desperdício de fim de medida e eventualmente teria que acertar valores no robô para o armazenamento da próxima medida. Já o colaborador 1, se necessário, teria que se deslocar à zona das extrusoras e organizar as mesas de borracha (Figura 57).

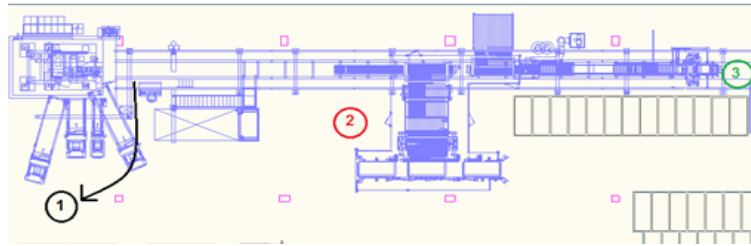


Figura 57 - Movimentações dos Colaboradores (Momento 4)

5. Após o colaborador 3 ajustar as pontas

Depois do colaborador 3 ajustar as pontas, mais precisamente, após ajustar na lâmina de corte a ponta inicial, este deslocar-se-ia novamente à zona de desperdício e arrumaria o correspondente desperdício referente ao início da medida. O colaborador 2 deslocar-se-ia então para a zona das extrusoras e organizaria as mesas de borracha e o colaborador 1 deslocar-se-ia à zona da cabine e verificaria se os equipamentos e pisos estão dentro da conformidade (Figura 58).

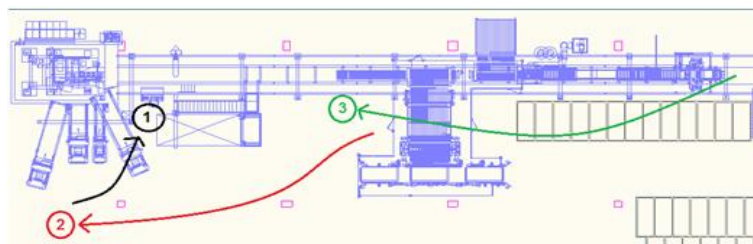


Figura 58 - Movimentações dos Colaboradores (Momento 5)

6. Durante a produção

Por último, durante a produção dos pisos, todos os colaboradores manter-se-iam nas mesmas posições, sendo que o colaborador 1 verificaria se os equipamentos e pisos estão dentro da conformidade. O colaborador 2 organizaria as mesas de borracha e cortaria/colocaria a borracha tanto nas passareiras de alimentação, como nas tremonhas. Por outro lado, o colaborador 3 preencheria a folha de autocontrole e cuidaria dos equipamentos e pisos que lhe estão inerentes (Figura 59).

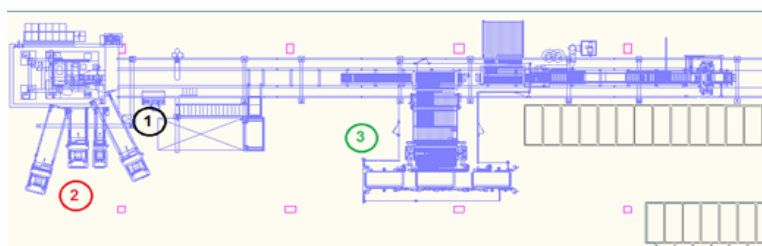


Figura 59 - Movimentações dos Colaboradores (Momento 6)

6 Análise de Resultados

No presente capítulo, como o próprio nome indica, será efetuada uma análise de resultados referentes às propostas de melhoria apresentadas anteriormente.

Estes resultados podem ser apresentados de duas formas, ou seja, podem ser mostrados sob a forma de resultados obtidos ou sob a forma de resultados esperados. Os resultados obtidos são os resultados reais e são aqueles que se obtêm quando a proposta de melhoria é implementada. Por outro lado, os resultados esperados são aqueles que se esperam obter com a implementação da proposta de melhoria.

Atualmente, todos os resultados derivantes das propostas de melhoria terão de ser apresentadas como resultados esperados, estando no entanto, as propostas relativas aos 5S e Gestão Visual em fase de implementação por parte da Continental Mabor.

Começando pela metodologia SMED, os seus resultados podem ser evidenciados na Tabela 12, em que para a determinação destes cálculos foram considerados como base alguns pressupostos, sendo eles:

- Mudança Linhas Coloridas (turno) = 1;
- Mudanças Fieira e Pré-fieira (turno) = 6;
- IPOC Capa (turno) = 12;
- Velocidade Média da Linha = 38m/min;
- Comprimento Médio de Pisos = 1,94m;
- Dia = 3 turnos;
- Tempo Laboração (ano) = 325 dias.

Tabela 12 – Resultados com Aplicação de SMED

Movimentações (m)						
	Actual (setup)	Actual (turno)	Após SMED (setup)	Após SMED (turno)	Ganhos (setup)	Ganhos (turno)
Mudança Linhas Coloridas	5,60	5,60	0,00	0,00	5,60	5,6
Mudança Fieira e Pré- Fieira / IPOC Capa	45,57	820,26	29,79	536,22	15,78	284,0
		825,86		536,22		289,6
						35%

Tempo (hh:mm:ss)						
	Actual (setup)	Actual (turno)	Após SMED (setup)	Após SMED (turno)	Ganhos (setup)	Ganhos (turno)
Mudança Linhas Coloridas	00:00:26	00:00:26	00:00:02	00:00:02	00:00:24	00:00:24
Mudança Fieira e Pré-Fieira	00:02:05	00:12:30	00:01:44	00:10:24	00:00:21	00:02:06
IPOC Capa	00:02:44	00:32:48	00:01:44	00:20:48	00:01:00	00:12:00
		00:45:44		00:31:14		00:14:30
						32%

Produção (nº de pisos)						
	Actual (turno)	Normalização SMED (turno)	Suporte SMED (turno)	Após SMED (turno)	Ganhos (turno)	Ganhos (ano)
Setup's	5627	284	73	5984	357	348095
					6%	

Como é possível verificar, através da Tabela 12, a aplicação deste método comporta vantagens em três frentes: movimentações dos colaboradores, tempo gasto em *setups* e quantidade de pisos produzidos.

Inicialmente, é de destacar que a aplicação do SMED nas mudanças de fieira e pré-fieira e IPOC capa, origina valores iguais, tanto nas movimentações, como no tempo gasto. Isto acontece, pois estes dois *setups* processam-se da mesma forma, sendo a única diferença, o facto de, antes do *setup*, no IPOC capa ser necessário alterar os compostos.

Relativamente às movimentações dos colaboradores foram analisados vários *setups*, sendo que durante uma mudança de linhas coloridas são percorridos 5,6m e durante uma mudança de fieira e pré-fieira ou IPOC capa são efetuados cerca de 45,57m. Ao fim de um turno, com a realização dos *setups* são percorridos cerca de 826m.

A aplicação do SMED consegue uma redução total da distância percorrida relativamente à mudança de linhas coloridas (devido ao novo suporte de tintas) e uma diminuição acentuada no resto dos *setups*. Isto, permite ganhos por turno na ordem dos 290m, o que representa uma redução de 35% nas movimentações dos colaboradores.

Quanto ao tempo de preparação da linha, com a implementação do SMED, todos os *setups* são reduzidos. A mudança de linhas coloridas de 26s iniciais, consegue ser executada em apenas 2s (tempo que demora o suporte de tintas a descer), isto devido ao novo suporte. É de destacar que, apesar das mudanças

de feira e pré-feira e IPOC capa se processarem da mesma forma, durante a realização do *setup*, estes apresentem valores diferentes, 02min 05s e 02min 44s respetivamente.

Para o autor, isto deve-se ao facto do IPOC capa apresentar uma alteração nos compostos e então, os colaboradores gastam mais tempo em retirar excessos de borracha do piso anterior, deixados no cabeçote e na cassete. Apesar desta situação, com a aplicação do SMED, estes *setups* possuirão o mesmo tempo de execução, pois em ambos os casos, estes excessos de borracha devem ser completamente retirados.

Assim, por turno, com o SMED é possível uma redução de 14min 30s no tempo de realização das mudanças, o que significa um ganho de 32%.

Por último, a aplicação desta metodologia tem impacto na quantidade de pisos produzidos. Como referido anteriormente, com a normalização do método de trabalho dos *setups* é possível a redução de 14min 30s. Tendo como pressupostos, uma velocidade média da linha de 38m/min e um comprimento médio de pisos de 1,94m, durante esse tempo é possível a produção de 284 pisos. Com a implantação do novo suporte de tintas, consegue-se um aproveitamento de 73 pisos por turno, derivados da mudança e perturbações das linhas coloridas.

Então, ao fim de um turno, com a aplicação do SMED é possível uma produção de 5.984 pisos. Isto representa um aumento de 357 pisos por turno, equivalente a um acréscimo de 6% face à quantidade produzida nesta linha. Para uma melhor perceção por parte do leitor, ao fim de um ano, registar-se-ia um aumento na produção desta linha de extrusão de cerca de 348.095 pisos, o que representa um valor monetário na ordem dos 3.620.188€.

Como referido anteriormente, as propostas relativas aos 5S e Gestão Visual estão em fase de implementação, o que originará resultados reais. Infelizmente, esta implementação não estará finalizada a tempo para se colocarem os resultados nesta dissertação, levando a que neste projeto se considerem resultados esperados para estas propostas.

A aplicação destas ferramentas comporta diversas vantagens para esta organização. É alcançada uma melhoria na organização e utilização dos diversos materiais e ferramentas, como evidenciado por exemplo, através dos armários propostos para as feiras e para as garrafas de tintas. Ainda no armário das garrafas de tintas, é conseguido um sistema FIFO para estas. Relativamente ao armário das feiras é possível aumentar em grande escala, a capacidade de armazenamento, sendo ilustrado na Tabela 13, uma comparação face à capacidade de armazenamento atual.

Tabela 13 - Comparação da Capacidade de Armazenamento dos Armários de Fieiras e Pré-Fieiras

	Atual	Proposto	Ganhos	
Pré-Fieiras	248	450	202	81%
Fieiras	51	90	39	76%
TOTAL	299	540	241	

Como é possível evidenciar pela Tabela 13, o armário proposto face ao atual apresenta ganhos na ordem dos 80%, o que representa cerca de 241 lugares. Com este aumento de capacidade, evita-se a colocação destas ferramentas em locais impróprios, como acontece atualmente.

Existem também benefícios para a saúde dos colaboradores, pois todos os armários propostos são ergonômicos, o que até então, não acontece. Além disto, a substituição das mangas da linha de extrusão permitirá a retenção dos fumos, evitando assim, inalação destes por parte dos colaboradores. Através de uma nova mesa de ferramentas, esta organizada, é possível a redução dos tempos de preparação, o que seria muito benéfico para a empresa.

Organizando as mesas de borracha e colocando as prateleiras para estas, é conseguida maior segurança para os colaboradores, melhorias a nível de organização das mesas e uma correta utilização das mesas de borracha.

Além destas vantagens descritas, é possível enunciar a subida de moral dos colaboradores, a melhoria de produtividade, o aumento do espaço no local de trabalho e a possibilidade de que a empresa esteja sempre pronta a visitas de clientes e outros visitantes, ajudando assim a promover o negócio.

Em relação à normalização do método de trabalho, como referido anteriormente, consegue-se a redução de 1 colaborador por equipa. Visto que as quatro linhas de extrusão de pisos são similares entre si, no que toca ao método de trabalho necessário para o seu correto funcionamento, a organização pode então beneficiar de uma redução de 4 colaboradores por turno.

Ao contrário dos turnos da semana, 8h diárias de segunda à sexta, a carga de trabalho ao fim de semana é mais elevada, neste caso, os colaboradores destes turnos efetuam 21h num fim de semana, 27h no seguinte (designados de fim de semana pequeno e grande respetivamente) e 16h à semana (dois turnos de 8h). Por esta situação, e visto que a normalização do método de trabalho foi estudada e elaborada para turnos de 8h, não se efetuavam alterações nestas equipas, permanecendo estes com 4 colaboradores.

Reduzia-se então 1 colaborador por equipa, neste caso relativamente às equipas da semana. Visto que existem três equipas à semana e existem 4 extrusoras de pisos, retirar-se-iam então no total 12 colaboradores inerentes às linhas de extrusão de pisos.

Visto que cada colaborador representa um custo anual para a empresa de cerca de 30.000€, com esta redução de colaboradores, a Continental desfrutaria de uma diminuição nos seus custos anuais com pessoal de cerca de 360.000€.

7 Conclusões e Trabalho Futuro

No presente capítulo, apresentam-se as principais conclusões obtidas ao longo de todo o projeto, bem como algumas oportunidades de trabalho futuro relacionadas com a presente área de estudo.

7.1 Conclusões

Dado por terminado este trabalho, pode-se concluir que foram atingidos os objetivos inicialmente propostos para o desenvolvimento do projeto de melhoria do processo de extrusão na indústria dos pneus.

Inicialmente foi efetuada uma análise e diagnóstico ao processo de extrusão de pisos da empresa Continental Mabor S.A., para reconhecimento do processo em questão.

Após este reconhecimento, foram recolhidos diversos dados relativos à extrusão de pisos, com o objetivo de se efetuar um estudo dos tempos, neste caso de *setups*, perturbações e de ocupação do homem no posto de trabalho. Com os mesmos dados, foi também feito um estudo relativamente aos métodos de trabalho utilizados pelos colaboradores neste posto de trabalho.

Através da compreensão do processo e dos dados recolhidos foi possível uma identificação de problemas inerentes ao posto de trabalho. Estes problemas dividem-se em: incorreta execução dos *setups*, grande quantidade de perturbações, desorganização no posto de trabalho e excesso de colaboradores no processo.

De modo a combater estes problemas, começaram-se a desenvolver propostas de melhoria, recorrendo a ferramentas *Lean Manufacturing*, sendo que estas propostas apresentadas pelo autor centram-se fundamentalmente em três grupos: o SMED, 5S e Gestão Visual e a Normalização do Método de Trabalho.

Como último objetivo, neste projeto era necessária uma análise dos resultados provenientes das propostas sugeridas/implementadas.

Todos os resultados, no ponto de vista do autor, são extremamente benéficos para a Continental Mabor. Com a implementação dos 5S e Gestão Visual o posto de trabalho, tornar-se-á mais seguro e organizado do que atualmente.

Através da aplicação do SMED é possível aumentar a capacidade produtiva da linha de extrusão em cerca de 6%, o que perfaz um montante anual de 3.620.188€.

Normalizando o método de trabalho, consegue-se uma redução de 12 colaboradores inerentes a este processo, o que permitiria à empresa reduzir em 360.000€, os custos anuais com pessoal.

Finalmente após o desenrolar de todo este projeto, é possível então responder à pergunta de investigação, de forma positiva, ou seja, a aplicação de ferramentas associadas à filosofia *Lean Manufacturing* permite melhorar o desempenho de unidades produtivas na indústria dos pneus.

7.2 Trabalho Futuro

Apesar deste projeto ter sido um sucesso, no ponto de vista do autor e tendo como princípio, a melhoria contínua dos processos existe ainda algum trabalho futuro a ser efetuado, relativamente à extrusão de pisos na Continental Mabor.

Na extrusão de pisos, os produtos com defeito representam uma parte significativa da sua produção, sendo que das causas originárias destes defeitos, a que se destaca de longe é o aparecimento de riscos nos pisos.

A existência de riscos nos pisos acontece sempre que existam substâncias estranhas no mesmo, como por exemplo, metais, plásticos, ou mesmo até um simples fio de cabelo.

Olhando a que, este problema é originário da misturação, ou seja, as mesas de borracha quando chegam á extrusão de pisos, já contêm estes elementos estranhos, para o autor seria vantajoso efetuar um estudo na misturação relativamente a este problema.

Atualmente a Continental Mabor conta com quatro linhas de extrusão de pisos. Visto que, existem cerca de trinta compostos diferentes para a produção de pisos, seria benéfico organizar estes mesmos compostos por cada linha de extrusão, tendo como consequência a redução das mudanças de compostos nas linhas, que, como evidenciado anteriormente são as mudanças que causam maior desperdício para a empresa.

Referências Bibliográficas

- Avalos, P., & Möller, C. (2011). *Production Flexibility PLT Value Stream Mapping* Lousado. Lousado, Portugal: Continental.
- Barreiro, N. (2010). *Implementação do Lean Manufacturing na Cerâmica Utilitária e Decorativa - Estudo de Caso*. Universidade de Aveiro, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Aveiro.
- Carvalho, M. T. (2010). *Lean Manufacturing na indústria de revestimentos de cortiça*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Departamento de Engenharia Mecânica, Porto.
- Continental AG. (2011). Continental AG. Alemanha.
- Continental. (2010). Intranet Continental Mabor. Lousado, Portugal.
- Continental Mabor. (2011). Continental Mabor. Lousado, Portugal.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. Irwin: McGraw-Hill.
- Khaswala, Z. A., & Irani, S. A. (2001). *Value Network Mapping (VNM): Visualization and Analysis of Multiple Flows in Value Stream Maps*. The Ohio State University, Department of Industrial, Welding and Systems Engineering. Ohio: Proceedings of the Lean Management Solutions Conference, St. Louis.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83 (6), 662-673.
- O'Brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*. University of Toronto, Faculty of Information Studies.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. New York, USA: Productivity Press.
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. New York: CRC Press.
- Pinto, J. P. (2006). *Gestão de Operações*. Lidel Edições Técnicas.
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking: Introdução ao Pensamento Magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute.
- Sá, J. C. (2010). *Modelo de Análise e Diagnóstico de uma Unidade Produtiva*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Departamento de Produção e Sistemas, Guimarães.
- Sá, J. C., Carvalho, J. D., & Sousa, R. M. (2011). Waste Identification Diagrams.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Portland, Oregon, USA: Productivity Press.

Silva, J. P. (2008). *LEAN MANUFATURING: Pilar Básico do TPM*. Obtido em 22 de Janeiro de 2011, de LEAN EM PORTUGAL: Divulgação dos conceitos e práticas do Lean e TPM: <http://pt.scribd.com/doc/2537982/5SO-Pilar-Basico-do-TPM>

Silva, J. P. (2008a). *LEAN MANUFATURING: Técnicas e ferramentas do Lean*. Obtido em 22 de Janeiro de 2011, de LEAN EM PORTUGAL: Divulgação dos conceitos e práticas do Lean e TPM: <http://www.scribd.com/doc/3500513/Lean-Manufacturing-3Tecnicas-e-ferramentas>

Sugai, M., McIntosh, R. I., & Novaski, O. (2007). *Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso*. São Carlos.

Susman, G. I. (1983). Action Research: A Socio-technical Systems Perspective. *Ed. G. Morgan. London: Sage Publications*, 95-113.

The Productivity Press Development Team. (2002). *Standard Work for the Shopfloor*. New York: Productivity Press.

Vanessa, & Hiago. (2010). *Os 5 sentidos*. Obtido em 09 de Julho de 2011, de <http://5sentidos.blogspot.com/2010/08/o-5s-na-empresa.html>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, USA: Simon & Schuster.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York, USA: Rawson Associates.

ANEXOS

Anexo A – Política da Continental Mabor



Continental Mabor
Indústria de Pneus S.A.

A nossa **VISÃO** é:
**Ser o fabricante de pneus de referência mundial
em termos de rentabilidade sustentada,**
integrados no Grupo Continental AG, cuja Visão é:

- tornamos a mobilidade individual mais segura e confortável
- a performance é a nossa paixão
- a criação de valor é a nossa força motriz

Política da Empresa

A nossa Política assenta
nos **PRINCÍPIOS DE BASE**
do Grupo, cujo foco principal
é a **"CRIAÇÃO DE RIQUEZA"**

Esta é obtida através de programas
de melhoria contínua e de
uma gestão orientada para um
crescimento rentável
e sustentado, em que todos
são encorajados a participar, no
cumprimento da legislação em vigor
e outros requisitos aplicáveis.

THE BASICS



Lousado, 30 de Setembro de 2010

É nosso compromisso:

- Perante todos os intervenientes
no negócio, os **"STAKEHOLDERS"**.
 - Exceder as expectativas dos clientes
 - Premiar a confiança dos accionistas
 - Recompensar o desempenho dos colaboradores
 - Cumprir as responsabilidades sociais
 - Promover a saúde e a segurança
 - Cooperar com parceiros e fornecedores
 - Prevenir e controlar a poluição
- Fornecer **"PRODUTOS E SERVIÇOS"**,
caracterizados por:
 - Elevados padrões de qualidade
 - Inovação e dinamismo
 - Usarem racionalmente os recursos naturais
 - Utilizarem a melhor tecnologia disponível
- Fomentar o **"ESPÍRITO DE GRUPO"** para:
 - Concretizar objectivos ambiciosos
 - Superar a concorrência
 - Estimular a aprendizagem
e o desenvolvimento
 - Aproveitar as oportunidades
 - Fortalecer a cooperação e a participação
 - Alcançar a excelência

O Conselho de Administração




 (F. Pinto da Fonseca) (A. Lopes Soares) (Henry Fischer)

Figura 60 - Política da Continental Mabor (Continental, 2010)

Anexo B – Componentes do Pneu

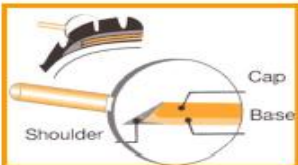
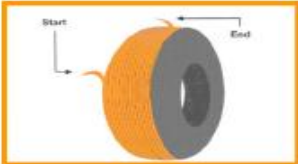
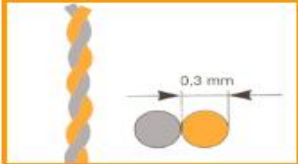




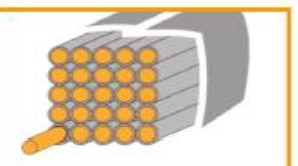

1	Piso		<p>Material: Borracha natural e sintética.</p> <p>Funções: Capa - fornece aderência, resistência ao desgaste e estabilidade direccional. Base - reduz a resistência ao rolamento e protege a carcaça. Extremo - garante a transição do piso para a parede.</p>
2	Cinta têxtil em espiral		<p>Material: Nylon coberto por camada de borracha.</p> <p>Funções: Promove a adaptabilidade para altas velocidades e precisão de fabrico.</p>
3	Cinta Metálica		<p>Material: Cordas de aço.</p> <p>Funções: Retêm a forma e a estabilidade direccional. Reduz a resistência ao rolamento. Aumenta a longevidade do pneu.</p>
4	Tela têxtil		<p>Material: Poliéster ou rayon coberto de borracha.</p> <p>Funções: Fornece consistência ao pneu e mantém-no sob elevadas pressões internas.</p>
5	Camada estanque		<p>Material: Borracha butil.</p> <p>Funções: Retêm o ar dentro do pneu. Funciona como câmara de ar nos pneus modernos.</p>
6	Parede		<p>Material: À base de borracha natural.</p> <p>Funções: Protege a carcaça contra choques laterais e contra a degradação atmosférica.</p>
7	Cunha de talão		<p>Material: À base de borracha sintética.</p> <p>Funções: Fornece estabilidade direccional, precisão na condução e melhora o conforto.</p>
8	Núcleo do talão		<p>Material: Fio de aço cobreado coberto com borracha.</p> <p>Funções: Assegura que o talão assente com firmeza na Jante.</p>
9	Reforço do talão		<p>Material: Nylon coberto por camada de borracha.</p> <p>Funções: Fornece estabilidade direccional, precisão na condução e melhora o conforto.</p>

Figura 61 – Componentes do Pneu (Continental, 2010)

Anexo C – Layout da Continental Mabor

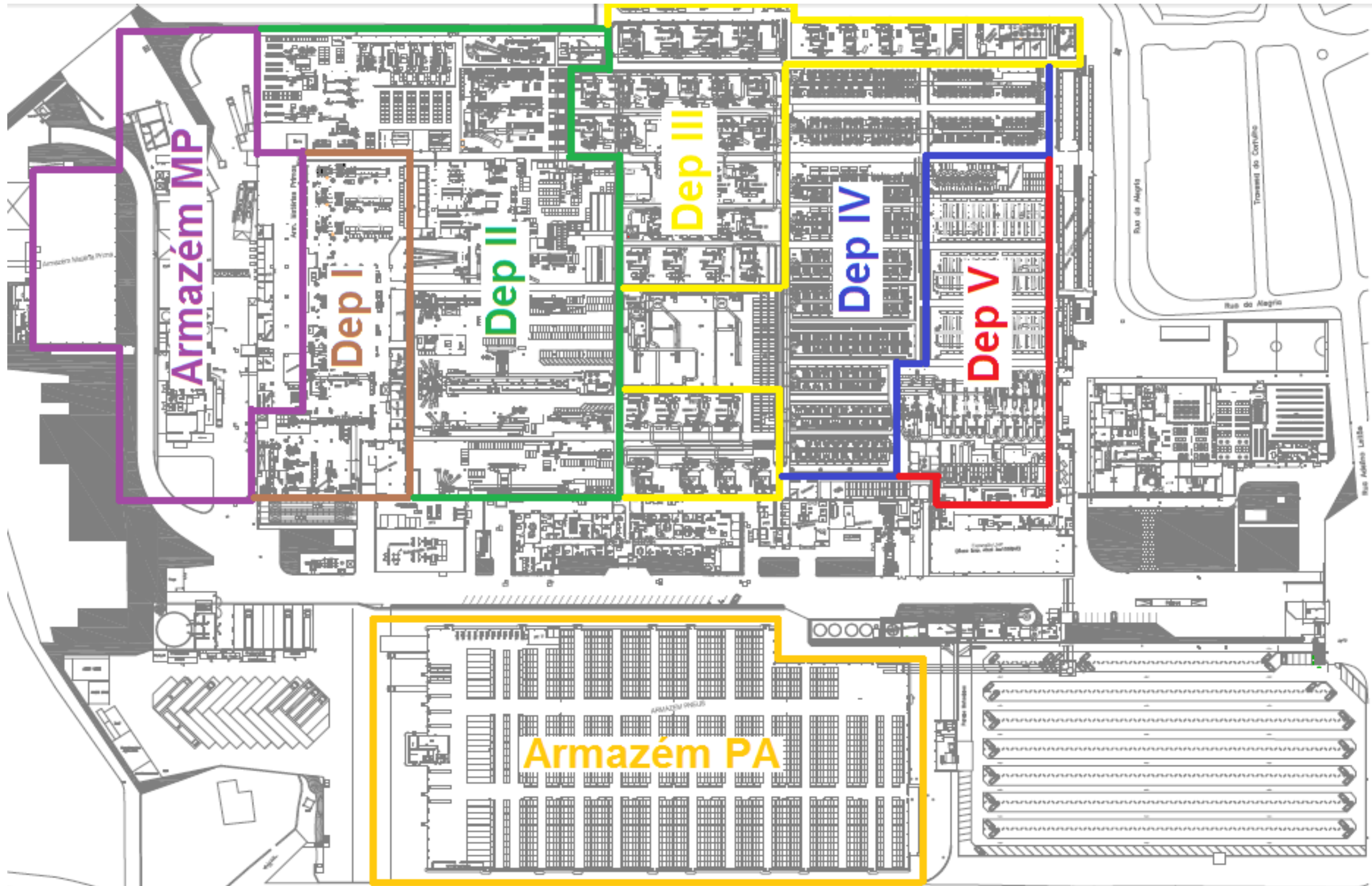


Figura 62 - Layout da Continental Mabor (adaptado de (Continental, 2010))

Anexo D – Sistema Produtivo da Continental Mabor

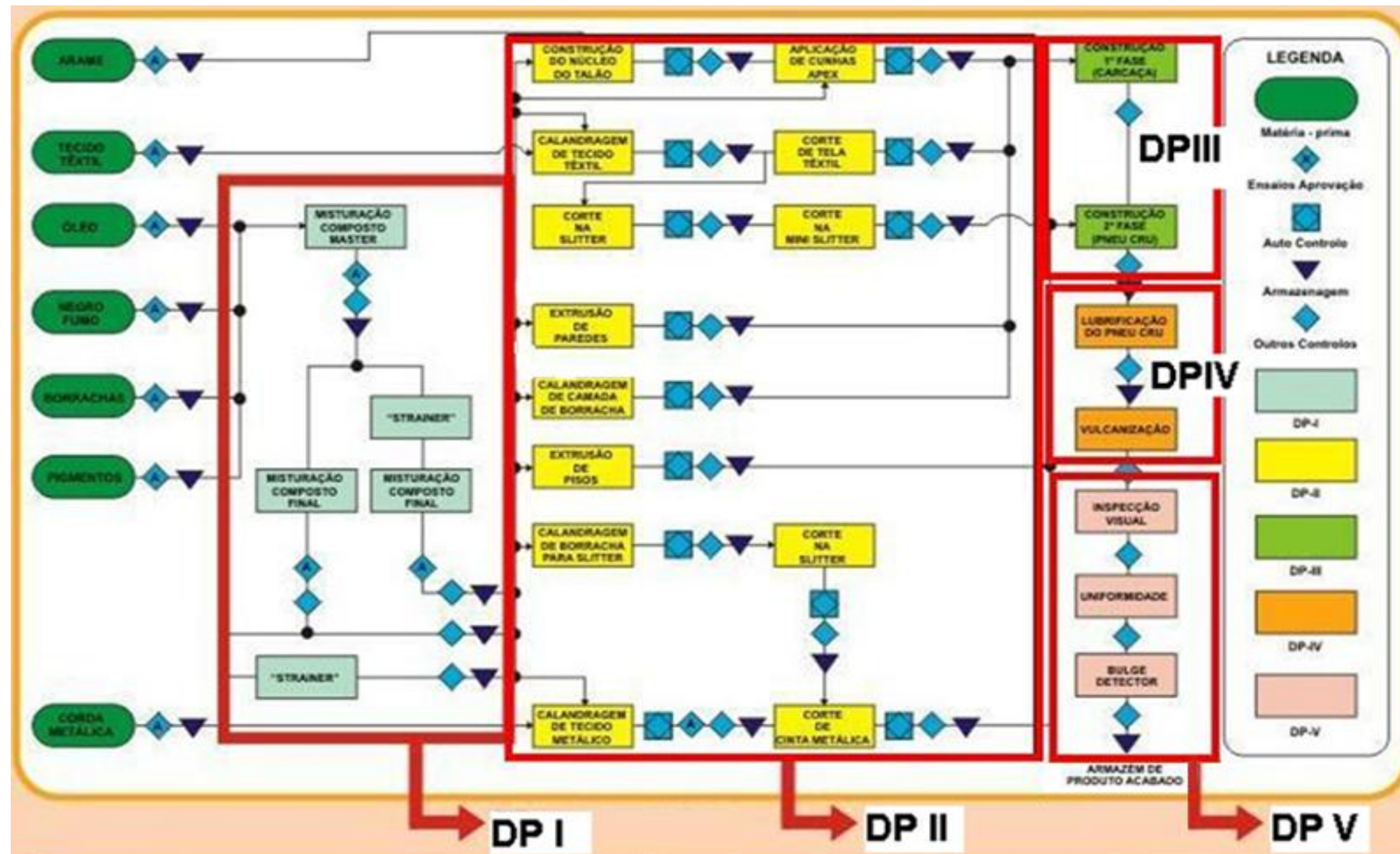


Figura 63 - Sistema Produtivo da Continental Mabor (Continental, 2010)

Anexo E – VSM da Continental Mabor

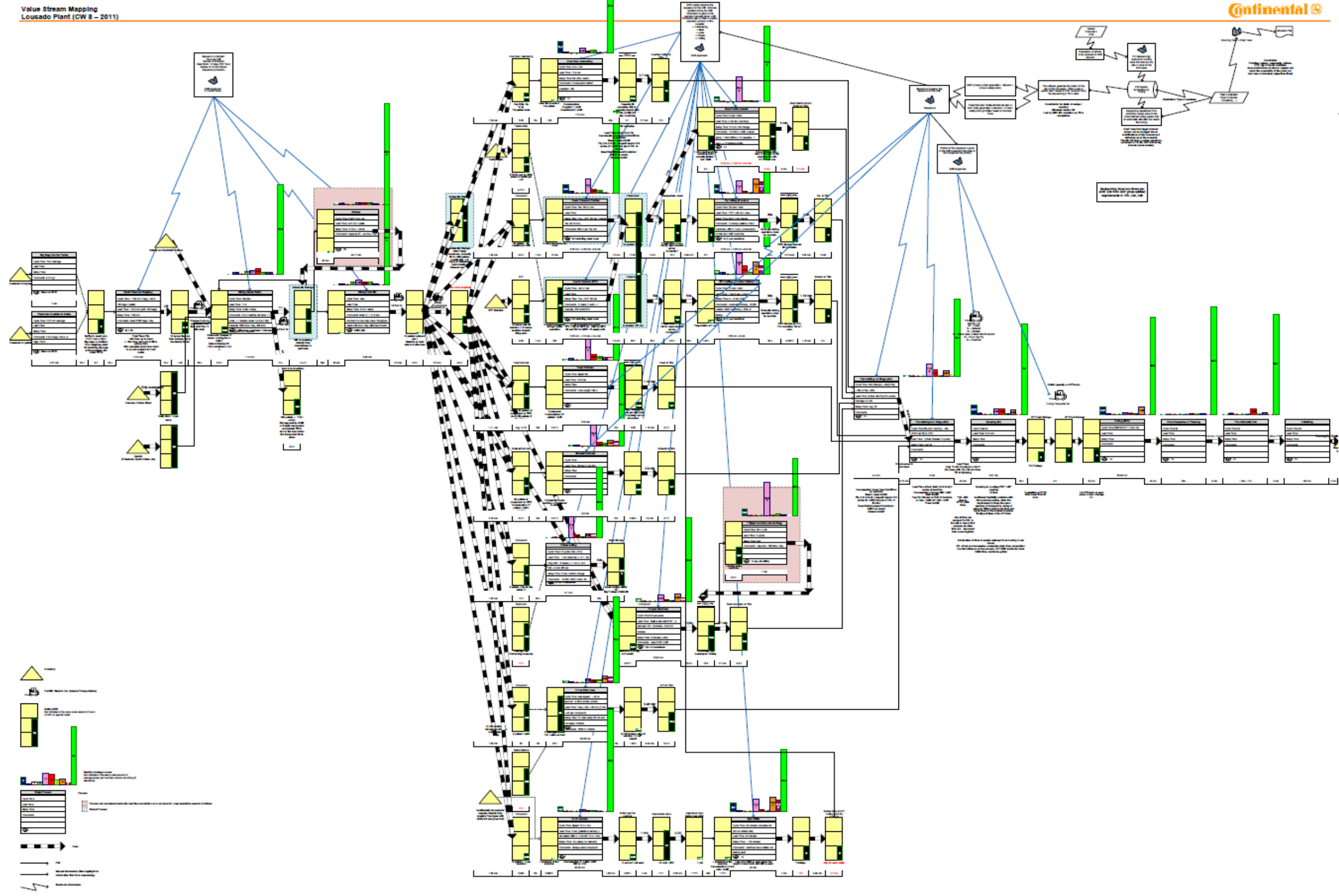
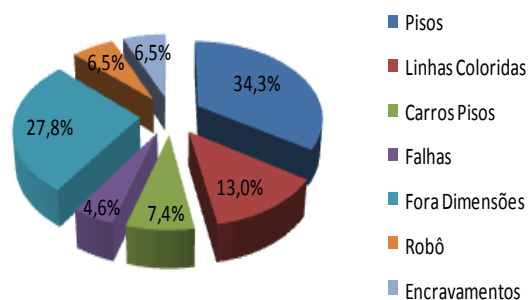


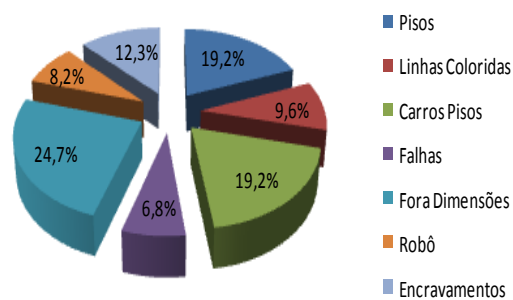
Figura 64 - VSM da Continental Mabor (Avalos & Möller, 2011)

Anexo F – Distribuição das Causas de Perturbação por Turnos

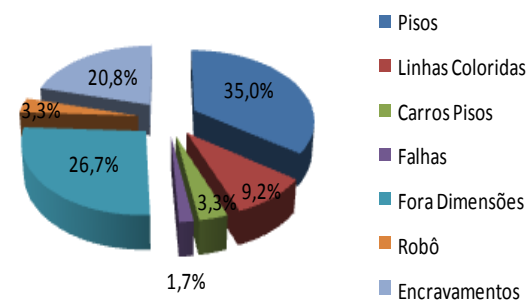
Turno A - Causas de Perturbações (Pisos)



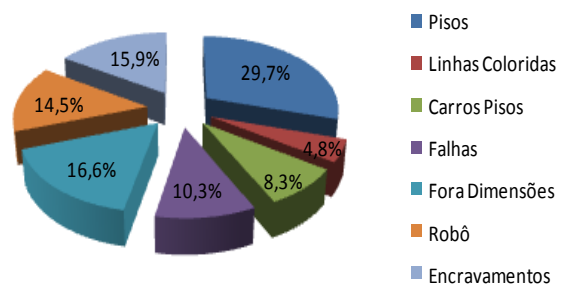
Turno B - Causas de Perturbações (Pisos)



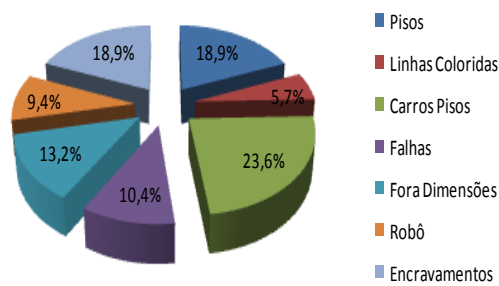
Turno C - Causas de Perturbações (Pisos)



Turno A - Causas de Perturbações (Tempo)



Turno B - Causas de Perturbações (Tempo)



Turno C - Causas de Perturbações (Tempo)

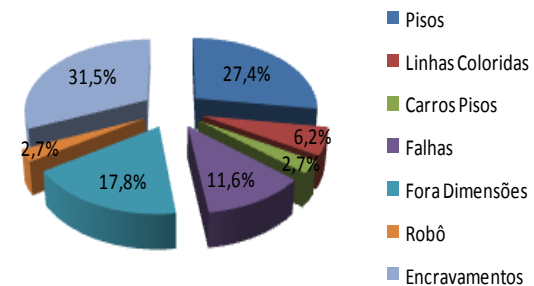


Gráfico 8 - Distribuição das Causas de Perturbação por Turnos

Anexo G – Distribuição das Subcausas de Perturbação (Pisos)

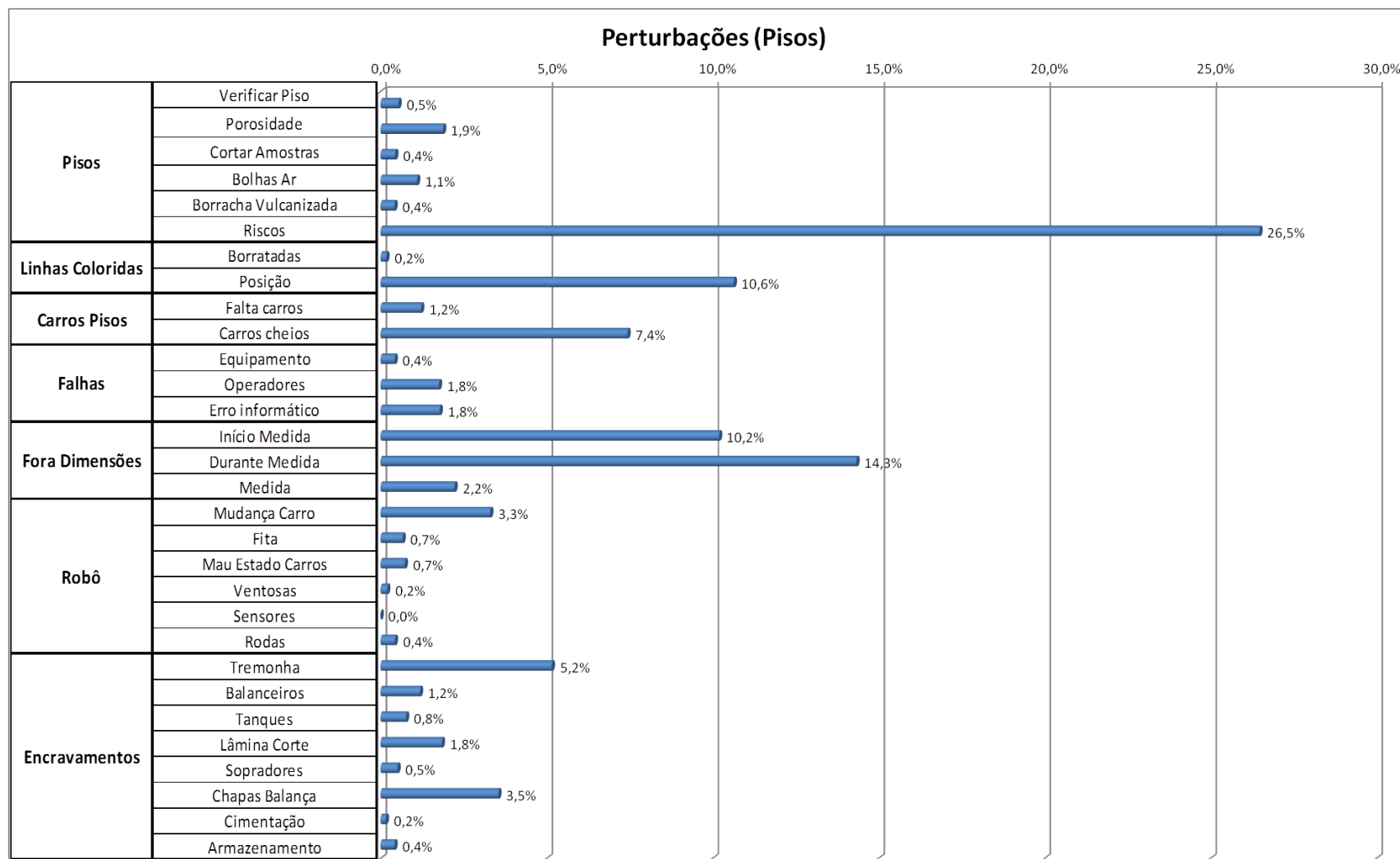


Gráfico 9 - Distribuição das Subcausas de Perturbação (Pisos)

Anexo H – Distribuição das Subcausas de Perturbação (Tempo)

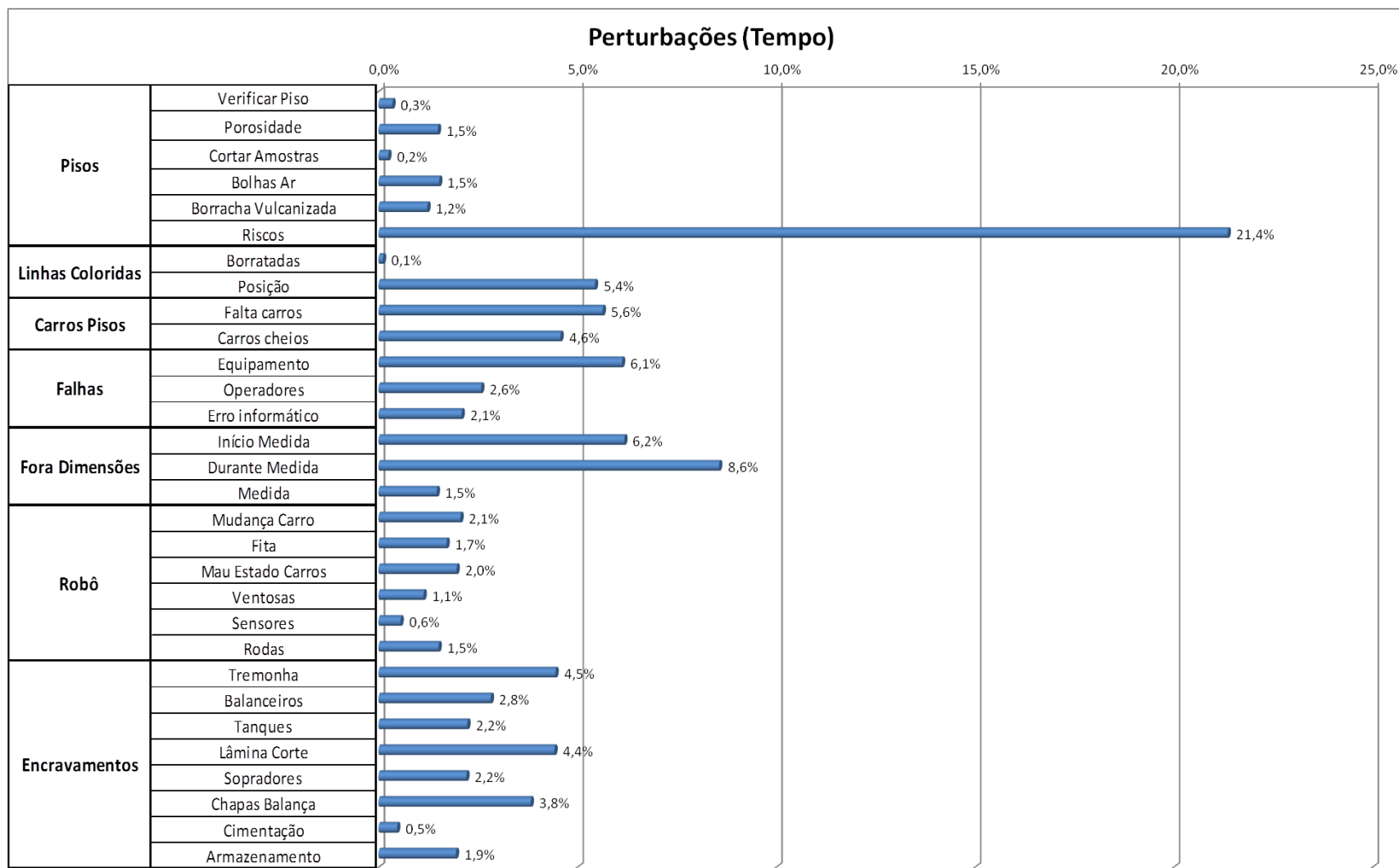


Gráfico 10 - Distribuição das Subcausas de Perturbação (Tempo)

Anexo I – Actividades e Tempos do *Manning Level*

Tabela 14 – Actividades e Tempos do *Manning Level*

			MÉDIA
Operadores	PC (Painel Comandos)	Verificar / Tratar (Dados/ Equipamentos /Piso)	00:05:45
	PC (Ordens Produção/SAP)		00:01:22
	Folhas (produções)		00:00:53
	Verificar equipamentos/piso		00:02:19
	Preparar ferramentas	Cuidar ferramentas	00:01:01
	Trocar Tintas (suporte)		00:00:40
	Alterar valores videojet		00:00:15
	Limpar/arrumar ferramentas		00:00:43
	Setup	Setup	00:02:58
	Cuidar da borracha (alimentação)	Cuidar borracha	00:02:31
	Cuidar da borracha (tremilhas)		00:02:09
	Organizar mesas borracha	Organizar mesas borracha	00:04:10
	Dialogar com colaboradores	Dialogar com colaboradores	00:01:40
	Perturbações	Perturbações	00:04:16
Ajudantes	Rejeitar	Rejeitar	00:01:21
	Arrumar desperdício		00:02:32
	Organizar mesas desperdício		00:00:14
	Armazenamento manual	Armazenamento Manual	00:00:54
	Abastecer carros vazios	Carros Pisos	00:03:13
	Retirar/Parquear carros cheios		00:03:58
	Verificar/alterar valores robô	Robô	00:00:38
	Arranjar robô		00:00:45
	Verificar equipamentos/piso	Verificar / Tratar (Dados/ Equipamentos /Piso)	00:04:38
	Folha (auto-controlo)		00:00:30
	Deslocar-se à ponta	Deslocar-se à ponta	00:03:04
	Dialogar com colaboradores	Dialogar com colaboradores	00:00:30
	Perturbações	Perturbações	00:01:43